DOCUMENT RESUME

ED 337 413 SO 030 210

AUTHOR Pena Borrero, Margarita, Ed.
TITLE Educacion en Ciencia, Tecnologia y Sociedad: Teoria y Practica (Education in Science, Technology, and Society: Theory and Practice).
INSTITUTION National Science, Technology and Society Network, University Park, PA.
SPONS AGENCY National Science Foundation, Washington, D.C.
PUB DATE 90
NOTE 81p.
PUB TYPE Guides - Classroom Use - Teaching Guides (For Teacher) (052) -- Speeches/Conference Papers (150)
LANGUAGE Spanish

EDRS PRICE MF01/PC04 Plus Postage.
DESCRIPTORS Curriculum Development; High Schools; Science Activities; *Science and Society; Science Curriculum; *Science Education; Social Change; *Teaching Methods; Technological Literacy

ABSTRACT

This volume compiles Spanish translations of seven articles on different aspects of Science, Technology and Society Education. The papers, originally written in English, were used during the first in-service training seminar for high school science teachers, which took place in Mayaguez under (Puerto Rico) joint sponsorship of the National Science, Technology, and Society (STS) Network, the Puerto Rico Department of Education, and the University of Puerto Rico, Mayaguez. Original English titles and authors of the papers translated are: (1) "The ABC's of Science, Technology and Society" by Rustum Roy and Leonard Waks; (2) "STS Developments Across the World" by William F. Williams; (3) "The Emergence of a New Synthesis for Biology Education" by Paul deHart Hurd; (4) "The Responsibility Cycle" by Leonard Waks; (5) "Identifying STS Issues and Themes: Some Conceptual Tools" by Margarita Pena Borrero and Leonard Waks; (6) "Developing an STS Thematic Unit" by Frederick Staley; and (7) "School-Community Relations for Ethics and Values in STS Education" by Leonard Walls. (Author)

****
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
****

ED337418

NATIONAL STS NETWORK
RED DE APOYO PARA LA IMPLEMENTACION DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD EN LA ESCUELA SECUNDARIA

EDUCACION EN CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD: TEORIA Y PRACTICA

MATERIALES UTILIZADOS DURANTE EL PRIMER TALLER DE ENTRENAMIENTO EN EDUCACION EN CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD, DIRIGIDO A MAESTROS DE CIENCIAS DE ESCUELA SECUNDARIA EN PUERTO RICO

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)
X This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.
☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.
• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy.

RECOPILACION Y EDICION:

MARGARITA PEÑA BORRERO
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGUEZ

"PERMISSION TO REPRODUCE THIS MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY
BARBARA A. BARCHI
TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)."

AUSPICIADO POR LA *NATIONAL SCIENCE FOUNDATION*
THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY
SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY PROGRAM
117 WILLARD BUILDING
UNIVERSITY PARK, PENNSYLVANIA 16802
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
1990

SO 030 210

BEST COPY AVAILABLE

National STS Network
Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Teoría y Práctica

Tabla de Contenido

Introducción *i*

El ABC de Ciencia, Tecnología y Sociedad
Rustum Roy y Leonard Waks
Pennsylvania State University 1

Desarrollos en Ciencia, Tecnología y Sociedad alrededor del mundo
William F. Williams
Pennsylvania State University 7

El surgimiento de una nueva síntesis para la educación en Biología
Paul deHart Hurd
Stanford University 11

El Ciclo de Responsabilidad
Leonard Waks
Pennsylvania State University 17

Temas e "Issues" CTS: Algunas herramientas conceptuales
Margarita Peña Borrero
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
Leonard Waks
Pennsylvania State University 39

Desarrollo de una unidad temática de CTS
Frederick A. Staley
Arizona State University 43

Las relaciones escuela - comunidad y su influencia en la educación en valores en CTS
Leonard Waks
Pennsylvania State University 59

Introducción

Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) es, al mismo tiempo, un campo de estudio y un concepto de integración curricular. Bajo distintas denominaciones y con diferencias que van desde énfasis hasta objetivos, CTS ha evolucionado durante los últimos 20 años, particularmente en los países industrializados, y recientemente el concepto ha comenzado a "permear" reformas educativas en algunos países en vías de desarrollo.

La experiencia de los Estados Unidos no es ni mucho menos la única, pero sí es representativa del enfoque que se da a CTS en los países industrializados. Además, es la experiencia que está mejor documentada. Es posible que lo que allí se conoce como CTS, o *STS*, para utilizar la sigla inglesa, corresponda a esfuerzos similares en otros países, en los cuales la idea no sea del todo novedosa. Es importante hacer esta aclaración, pues los materiales que componen este volumen tuvieron su origen en actividades realizadas por la *National STS Network*, con el liderago del *Science, Technology and Society Program* de *Pennsylvania State University*, encaminadas a difundir, y sobre todo a estructurar y dar unidad conceptual a experiencias de educadores en todos los niveles educativos, en los distintos estados de la unión americana.

Los artículos que se recopilan en este volumen son primordialmente traducciones de algunos de los documentos que resultaron de tal esfuerzo de formalización conceptual. El propósito de poner al alcance de los educadores de habla hispana un conjunto de trabajos, algunos introductorios y otros más elaborados, que le permitan tener una visión general de la conceptualización que de la educación CTS han realizado las mencionadas organizaciones, y le proporcionen algunas pautas de acción. De aquí el título del volumen, **Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Teoría y Práctica**.

La procedencia de estos trabajos y el lenguaje en que han sido redactados, nos obligan a hacer algunas advertencias y aclaraciones sobre las limitaciones de este material. Como se dijo anteriormente, todos fueron escritos originalmente en inglés, para el público norteamericano, y traducidos para ser utilizados en el primer taller sobre Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad que se realizó en Puerto Rico durante el primer semestre de 1990, dirigido a maestros de ciencias de escuela secundaria. En primer lugar, el contenido de la mayoría de los artículos se enmarca dentro del contexto político, social, económico y cultural de los Estados Unidos. Una adaptación de tales artículos a las condiciones de Puerto Rico, así como de otros países latinoamericanos, hubiera exigido la completa reelaboración de tales trabajos. Segundo, debido a que el contexto educativo de Puerto Rico se asemeja al de los Estados Unidos --al menos en lo que

concierne a la estructura del sistema educativo formal y a la terminología-- muchas expresiones y referencias resultarán ajenas al lector de otros países latinoamericanos. Tercero, aunque se hizo un esfuerzo por "castellanizar" al máximo las traducciones, nos fue imposible evitar del todo giros y construcciones gramaticales que quizá causen disgusto y extrañeza a los lectores de habla hispana.

El propósito de este volumen no es, por lo tanto, presentar documentos definitivos sobre las bases teóricas y las aplicaciones prácticas de la educación CTS. Se trata de un documento de trabajo, y como tal, tiene carácter provisional. La mayoría de los conceptos de esta interesante propuesta de innovación educativa están aún por desarrollarse, y esta labor corresponde a educadores experimentados y estudiosos, interesados a hacer una contribución al mejoramiento de la calidad de la educación en todas las áreas, en una época dominada casi totalmente por rápidos avances en ciencia y tecnología.

Los dos primeros artículos, **El abc de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, por Rustum Roy y Leonard Waks, y **Desarrollos en Ciencia, Tecnología y Sociedad alrededor del mundo**, por William F. Williams, proporcionan una visión general del "movimiento CTS" y su evolución en diferentes países. CTS, nos dice Roy, es un campo de estudio y una propuesta de educación general. Como campo de estudio, se ocupa de comprender las interrelaciones entre los desarrollos científicos y tecnológicos y los procesos sociales. Como propuesta de educación general, constituye un replanteamiento radical del currículo en todos los niveles de la educación. Por su parte, Williams insiste en la existencia de una "escuela invisible de CTS" alrededor del mundo, que da apoyo a los esfuerzos que se realizan aisladamente en muchaos países.

El tercer, artículo, **El surgimiento de una nueva síntesis para la educación en Biología**, de Paul deHart Hurd, se refiere a la necesidad de transformar los cursos tradicionales de Biología en la educación pre-universitaria, para que hagan una verdadera contribución al bienestar de la sociedad. El autor critica severamente la fragmentación que caracteriza a la educación, no solo por la división del currículo en disciplinas, sino por la fragmentación que ha ocurrido al interior de las disciplinas mismas, convirtiéndo la educación en un proceso centrado más en información que en conocimiento, sin ninguna relevancia para enfrentar los problemas contemporáneos.

En **El Ciclo de Responsabilidad**, Leonard Waks elabora sobre una de las metas primordiales de la educación CTS, a saber, la formación de valores que hagan posible una mayor participación ciudadana en el control del desarrollo científico y tecnológico y un mejoramiento de las condiciones de vida en una sociedad cada vez más dominada por los desarrollos de la ciencia y la tecnología. Para Waks --uno de los pensadores que más ha contribuído a la conceptualización de esta

propuesta de reforma educativa-- la educación CTS debe desarrollarse como un ciclo de responsabilidad que lleve al estudiante de la identificación e investigación de problemas que afectan directamente a su comunidad, a una toma de posición frente a ese problema, y a la acción encaminada a hacer prevalecer sus puntos de vista y sus convicciones, dentro del contexto del sistema democrático.

Los siguientes artículos se centran el diseño de eventos educativos (lecciones, unidades, materiales instruccionales, cursos, etc) CTS. En **Temas e *Issues* en CTS: Algunas herramientas conceptuales**, Margarita Peña y Leonard Waks proporcionan algunas directrices para la identificación de temas CTS alrededor de los cuales puede desarrollarse un currículo integrado. Especial énfasis se hace en la necesidad de que estos temas sean relevantes al estudiante, esto es, que correspondan a las necesidades y expectativas de la comunidad a la que pertenece y lo motiven a participar activamente en la toma de decisiones sobre asuntos científicos y tecnológicos que le afectan directamente. Este artículo está complementado por algunas directrices para el desarrollo del currículo CTS, elaboradas por Frederick A. Staley en **Desarrollo de una unidad temática de CTS.**

Finalmente, en **Las relaciones escuela-comunidad y su influencia en la educación en valores en CTS**, Leonard Waks resume algunas de las características fundamentales de la educación CTS y analiza áreas que pueden provocar conflicto entre los educadores CTS y la comunidad, seguidas de principios y pautas que pueden resultar de gran valor para los maestros interesado en promover esta innovación en sus escuelas. El autor insiste en la necesidad de que la comunidad sienta que tiene control sobre el proceso de reforma con el fin de conseguir su apoyo y colaboración, sin la cual la educación CTS puede reducirse a un esfuerzo académico más, sin ningún impacto en la sociedad.

Margarita Peña Borrero, D. Ed
Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Junio, 1990

EL ABC DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD

Rustum Roy
Leonard Waks
Pennsylvania State University

¿Qué es CTS? ¿Cómo comenzó? ¿Cuál es su situación actual y futura en la educación superior? ¿Cuál es su situación en la educación primaria y secundaria? Sabemos en qué consiste la educación en ciencias, matemáticas, estudios sociales y español. ¿Es CTS una materia especial como éstas o algún tipo de combinación? ¿Es un enfoque totalmente nuevo en la educación, o una nueva teoría educativa, o qué?

¿Cómo comenzó CTS?

Las primeras semillas de CTS fueron plantadas fuera del terreno académico, por intelectuales que no pertenecían a ese mundo, en respuesta al rápido cambio tecnológico y a la creciente complejidad de la vida social. Para 1970 la idea ya se había transplantado a las universidades y desde 1983, CTS se ha extendido con rapidez a los niveles educativos primario y secundario (en Gran Bretaña en 1977-1980). CTS es actualmente una "megatendencia" en la educación.

Cuando C. P. Snow escribió su famoso ensayo *The Two Cultures* (1959), la distancia entre las culturas de la ciencia y la tecnología por un lado, y la de las artes y humanidades por el otro, era ya tan grande que su argumento en favor de un entendimiento interdisciplinario tuvo poco impacto en el mundo académico. Un libro mas significativo, *La Technique* de Jacques Ellul (1954) tardó mas de 10 años en ser traducido al inglés como *The Technological Society* (1964), y recibió amplia atención sólo cuando la historia "lo alcanzó" a finales de los años 60 y principios de los 70.

Del romanticismo tecnológico característico de los 60, se pasó en 5 o10 años a una visión de la tecnología como un "enemigo". Este cambio fue, en gran parte, consecuencia de los movimientos estudiantiles, de la guerra de Vietnam, de varias crisis petroleras, y de libros tales como *Ls Sociedad Desescolarizada* de Iván Illich, y su llamado por un cambio de las herramientas "industriales" por herramientas para una "convivencialidad"; *Silent Spring* de Rachel

---

Publicado originalmente en inglés en FORUM, Volumen XIII, No. 4, Escuela de Educación, The Pennsylvania State University (Dec. 15, 1985). Traducción de Waldemar López Piñeiro, en colaboración con Margarita Peña Borrero. Rustum Roy es Director del *Science Technology and Society Program* y Profesor de *Solid State*. Leonard Waks es Profesor de *STS* (Pennsylvania State University, University Park PA, 16802)

Carson, *El Shock del Futuro* de Alvin Toffler, *Small is Beautiful* de Fritz Schumacher con su elogio de la "tecnología apropiada"; *The Human Prospect*, de Robert Heilbroner, con su visión alarmante del mundo, y, finalmente, *Los Límites del Crecimiento*, del Club de Roma.

Sólo en raras ocasiones, el mundo académico refleja los valores culturales locales. Pero al principio de los años 70 en unas pocas instituciones pioneras, incluyendo a Cornell, SUNY-Stonybrook y Penn State, se formaron grupos de facultad genuinamente interdisciplinarios que incluían filósofos, ingenieros y científicos, para reflexionar sobre (y no meramente reflejar) nuestra sociedad tecnológica. Estos grupos comenzaron a considerar seriamente algunas de las críticas acerca del impacto de la tecnología. Estos esfuerzos están ahora alcanzando su madurez en un campo conocido como Ciencia, Tecnología y Sociedad. Hoy, escasamente dos décadas después, unos mil colegios enseñan por lo menos uno o dos cursos en el área de CTS. Aproximadamente cincuenta universidades han establecido programas, departamentos o escuelas de CTS. Entre éstas se incluyen universidades de prestigio como Stanford, MIT, Vassar y Wesleyan.

CTS es ahora un campo establecido de estudios interdisciplinarios

CTS se está convirtiendo rápidamente en un campo establecido de estudio cuyo propósito es crear una comprensión de la ciencia y la tecnología en sus relaciones con la sociedad, a través de la interacción interdisciplinaria. En los campus universitarios, CTS reune científicos, ingenieros y tecnólogos, científicos sociales, humanistas, miembros de empresas y facultades profesionales. Mediante de discusiones, seminarios y tutorías, los miembros de la facultad se esfuerzan por mantenerse al día con desarrollos posiblemente importantes fuera de sus campos y localizarlos en un esquema conceptual nuevo y mas abarcador. Los humanistas pueden aprender sobre supercomputadoras, láseres, biotecnologías, en tanto que los ingenieros pueden aprender más sobre el impacto humano de sus descubrimientos e invenciones.

CTS es ahora el prototipo de la educación general integrada

En nuestro mundo tan fragmentado todos necesitamos de un "pegamento" que nos ayude a unir las piezas. Hoy día, la ciencia y la tecnología son fuerzas poderosas que dan forma a nuestro ambiente, lugares de trabajo y aún a nuestras vidas. CTS provee un esquema integrador que educa a los estudiantes de la "multiversidad" --con su creciente aumento en fragmentación departamental-- para entender, apreciar y criticar los muchos factores que se encuentran actuando en el mundo, y a integrar las muchas habilidades intelectuales y rutinas de solución de problemas que están adquiriendo en sus estudios

universitarios.

Todos los "informes de excelencia" preparados recientemente por paneles de reconocidos líderes en la educación, la industria y el gobierno llaman la atención sobre la necesidad de una educación integradora en general, y especialmente una educación que integre una comprensión de la manera como la ciencia y la tecnología se relacionan con la vida cotidiana. Por ejemplo, *Involvement in Learning*, el informe del prestigioso Grupo de Estudio de las Condiciones de Excelencia en la Educación Superior Americana, dirigido por Ken Mortimer de Penn State, urge a todos los colegios y universidades a "establecer mecanismos integradores específicos en sus currículos. CTS está emergiendo como *el* prototipo de este mecanismo en muchas universidades importantes.

CTS y responsabilidad social

Además de su función integradora, CTS también afecta los valores de los estudiantes. CTS puede realzar los niveles de conciencia y responsabilidad en relación con los problemas que se presentan actualmente a los pueblos de todo el mundo. Muchos estudiantes otorgan demasiada importancia a metas estrictamente personales, tales como el ingreso, el prestigio, y las posesiones, sin mejor razón para ello que el tener el conocimiento de cómo obtener tales cosas... no pueden ver cómo funciona nuestro complejo mundo y cómo pueden ellos al mejoramiento de la vida de otros. La educación CTS, al permitir que los estudiantes entiendan la interacción de factores complejos, y al estimular y promover activamente la acción ciudadana responsable, puede re-dirigir los intereses de los estudiantes hacia preocupaciones comunitarias, y aún globales. Al hacer esto, CTS sirve en el mejor de los sentidos a las metas de "crecimiento personal".

CTS en la educación básica

Mientras CTS crecía en los campus universitarios, los académicos mantuvieron su posición de "benigno abandono" de la educación pre-universitaria. Pero en 1983 un súbito cambio en el sentir nacional llamó la atención sobre la educación en ciencia. Fuimos bombardeados por todos lados por términos como "science literacy" (alfabetización en ciencia), "technology literacy" (alfabetización en tecnología), y "computer literacy" (alfabetización en computadores). La nación se encontraba "en peligro". Fuera de sus fronteras estaba siendo derrotada por sus competidores económicos y militares, en tanto que en casa se ahogaba en "una creciente marea de mediocridad". El informe *A Nation at Risk* pedía más educación en ciencias y matemáticas, así como un sistema nacional de pruebas de aprovechamiento para evaluar a los estudiantes, las escuelas y los maestros.

En qué consiste la alfabetización tecnológica, y cuál es su relación con los computadores, o las pruebas de aprovechamiento en ciencias y matemáticas, o con CTS?

Comencemos con una definición tentativa. La alfabetización tecnológica es la abilidad de un ciudadano para comunicarse efectivamente en todas las actividades normales y transacciones de la vida diaria que lo afectan en un mundo altamente tecnológico.

Esta definición nos muestra que la "alfabetización en computadores" no es sinónimo ni sustituto para la alfabetización tecnológica. Es más, casi no existe relación entre ellas. Tal definición también nos aclara que la alfabetización tecnológica no puede alcanzarse tomando un curso más de trigonometría ni por medio del nivel tan elemental del estudio de la química en la escuela superior. Sencillamente, la alfabetización tecnológica implica estar preparado para relacionarse con la realidad en un mundo cada vez mas influenciado por la tecnología.

Tres eventos generaron el súbito interés en esta meta educativa. Primero, la eliminación tajante, por parte del presidente Reagan, del Directorado para Educación de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF por sus siglas en inglés), condujo a un examen del record de los Estados Unidos en materia de educación en ciencias, y éste no resultó bien en comparación con los de escuelas europeas y japonesas. Dada la receptividad de los medios de comunicación a las "brechas", no debe sorprender que la brecha en la educación en ciencias y matemáticas se haya convertido en la noticia más importante del año1983.

El segundo factor, la evidencia de la caída del liderato norteamericano en la innovación tecnológica , se hizo obvio en muchas áreas: el acero, los automóbiles y los aparatos electrónicos de consumo entre otros. La relación simplista de esta causa popular a la "brecha" en la educación matemática-científica-tecnológica fue también fácil de explotar. El tercer factor, el mercadeo del computador personal, había alcanzado su mayor empuje, y una unión positiva de la necesidad de una "alfabetización en computadores" con la "brecha" en la educación en ciencia-matemáticas-tecnología era eminentemente beneficiosa económicamente para algunos. Así sucedió que1983 fue el año para ideas brillantes sobre cómo cerrar la "brecha", así como para vender la "alfabetización tecnológica".

Pero durante los últimos años hemos tenido que enfrentar algunas realidades impactantes. Primero, no podemos sostener el costo (que un funcionario de NSF estimó en 150 mil millones de dólares) de todas estas brillantes ideas (alzas de salario, paga al mérito a los maestros de ciencias, computadores, equipos novedosos de laboratorio, etc.) para mejorar los resultados de las pruebas de ciencias y matemáticas. Segundo, no hay suficientes maestros cualificados, de ciencias y

matemáticas que, y si queremos tener el impacto suficiente en la alfabetización tecnológica tendremos que hacer uso efectivo de educadores de muchas otras áreas. Tercero, el enfoque de los resultados de las pruebas de aprovechamiento es realmente "derrotista". Un artículo relativamente reciente en la primera plana del *New York Times* (domingo 1 de septiembre de 1985) indica que muchas escuelas suburbanas se han visto afectadas muy poco por el debate nacional acerca de la excelencia educativa y la "alfabetización tecnológica" porque, en las palabras de un superintendente, "the majority of our students already meet high standards" (la mayoría de nuestros estudiantes han alcanzadolos mejores estándares). ¡Esta es la mentalidad que no permitirá a nuestros ciudadanos salir del laberinto tecnológico!

CTS para el 99 porciento

Antes de tratar de decidir que hacer, debemos hacernos una pregunta: ¿A quién debemos incluir en ésto? Recordemos el fracaso del primer intento por cerrar este tipo de brecha. Después de 1957 los Estados Unidos lanzaron una campaña masiva para igualar la educación en ciencia con la de otros países. La comunidad académica de ciencia e ingeniería que tuvo a cargo tal campaña vio claramente a el 1 porciento de la población que eventualmente se convierte en el grupo de científicos/ingenieros como la población objeto de sus esfuerzos de mejoramiento de la educación en ciencias. Esto fue un gran error.

Es el otro 99 porciento, aquellos olvidados por la comunidad de investigación científica, el que ha creado el problema de "alfabetización" que tenemos hoy día. Una gran parte de la población norteamericana, sin importar los resultados obtenidos en pruebas de aprovechamiento, simplemente no se encuentra equipada para "bregar" con las realidades de nuestro mundo tecnológicamente complejo. Es por esto por lo que debemos dirigir nuestra campaña hacia los ciudadanos no-científicos: al 99 porciento que no se convertirá en científicos.

¿Qué queremos dar a la población para que alcance la alfabetización tecnológica? Los científicos y educadores en ciencias responden: CTS.

El título de una monografía mostrando la posición de la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias (NSTA por sus siglas en inglés) nos lo dice claramente: *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980's* (Ciencia-Tecnología-Sociedad: Educación en Ciencias para los 1980s). La monografía declara:

> La meta de la educación en ciencias durante los 1980's es desarrollar individuos científicamente alfabetizados, que entiendan cómo la ciencia, la tecnología y la sociedad se influencian entre sí, y que sean capaces de usar

> este conocimiento en su toma de decisiones cotidiana... Este tipo de individuo aprecia el valor de la ciencia y la tecnología en la sociedad y también aprecia sus limitaciones.

Project Synthesis, un esfuerzo auspiciado por la NSF para proponer una educación científica apropiada también apoyó CTS, identificando metas para la educación en ciencias tales como "una comprensión de los efectos sociológicos de la ciencia y la tecnología", y " una comprensión del impacto de los desarrollos tecnológicos en la sociedad, para así tomar decisiones razonables y responsables".

Y en su influyente informe publicado en septiembre de 1983, *Educating Americans for the 21st Century*, la comisión del Consejo Nacional de Ciencias acerca de la educación pre-universitaria señaló: "... cuanto mayor sea el grado de integración de la ciencia y la tecnología en los currículos, más amplio será el entendimiento en estos campos". El trabajo urgía a los educadores a tomar ventaja de "las múltiples oportunidades para demostrar la inter-dependencia del conocimiento humano", y recomendó un acercamiento integrado al aprendizaje sobre las dimensiones sociales, políticas, económicas y éticas de la ciencia , es decir, CTS.

Hay aún un debate activo acerca de la forma como la educación CTS debe difundirse. Algunos proponentes ponen sus esperanzas en infundir un contenido social, y unidades de toma de decisiones en la educación tradicional en ciencias. Ellos ven en este enfoque una manera de hacer los cursos de ciencias mas llevaderos y de mayor utilidad. Otros favorecen las oportunidades para la inclusión de conceptos básicos de ciencias y tecnología en cursos de estudios sociales, español y matemáticas. Esta estrategia se percibe como una manera de comprometer a más maestros, y de esparcir la conciencia sobre ciencia y tecnología aún entre aquellos estudiantes que evitan los cursos de ciencias a toda costa. Un tercer grupo pone énfasis en una integración comprehensiva del currículo, sin tomar mucho en cuenta la separación de las disciplinas, mientras que un cuarto grupo preferiría ver el CTS desarrollarse como un curso de estudio separado, generalmente como el año adicional de educación en ciencias requerido por muchas legislaturas estatales en los Estados Unidos y gobiernos provinciales en Canadá.

Probablemente todas esta aproximaciones serán intentadas, y en este punto es probable que lo más apropiado sea mantener una posición de pragmática tolerancia: dejemos que florezcan cien flores, y cultivemos las mejores.

Este material se basa en trabajos realizados bajo el auspicio de la *National Science Foundation*, a través del Auxilio No. TEI-8751239. Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas en este artículo son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación.

DESARROLLOS EN CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD ALREDEDOR DEL MUNDO

William F.Williams
University of Leeds
Pennsylvania State University

Existen buenas razones para hablar de lo que se está haciendo en diferentes partes del mundo en lo que se refiere a CTS. Primero porque ilustra cómo diferentes enfoques y estilos se han arraigado en diferentes lugares. Esto es importante. La enseñanza tradicional en ciencias era reduccionista, altamente técnica, supuestamente universal. Bajo este modelo la física, por ejemplo, podría ser enseñada de la misma manera, usando los mismos textos, virtualmente en cualquier lugar del mundo. En contraste, CTS es "totalista", basada en problemas, y tiene que ver con la ciencia y la tecnología que es relevante a --e intereseante para-- una comunidad. Por definición, esto *no* es universal y tanto el contenido como el enfoque deben ajustarse a cada audiencia en particular. Ningún texto es inmediatamente transferible, y debe cambiarse para que se ajuste a problemas cambiantes y a circunstancias diferentes.

Segundo, la situación de la educación CTS en otros países puede proporcionar apoyo y confianza a los maestros. A través de los años, ha habido muchas innovaciones educativas, en muchos temas, alrededor de las cuales hay, en un comienzo, mucho entusiasmo y promesas de éxito. Pero la mayor parte de estas innovaciones pronto dejan de representar mejoramiento y resultan ser a veces peores que los métodos anteriores. Mueren prontamente, son enterradas y olvidadas. Si, como es en nuestro caso, vemos a CTS surgir, muchas veces espontánea e independientemente, alrededor del mundo, crecer y desarrollarse, tenemos alguna seguridad de que no estamos perdiendo el tiempo. Esto no es una garantía --no existen garantías en la educación-- pero sí una seguridad. Más aún, la presencia de un grupo de personas que en muchos países están introduciendo CTS en sus escuelas y universidades, nos proporciona esa red de apoyo, esa escuela invisible, que toda actividad profesional necesita. Nos sentimos seguros porque tenemos colegas con quienes compartir experiencias, logros y errores. Compartir errores es muy importante.

Ahora demos un vistazo rápido a la situación de CTS en el mundo, es decir, fuera de los Estados Unidos, principalmente en Gran

---

Este artículo corresponde a una conferencia dictada por el Dr. Williams en marzo de 1990, en el Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico . Fue traducido, con autorización del autor, por Waldemar López Piñeiro en colaboración con Margarita Peña Borrero. William F. Williams, es Profesor de *STS* (Pennsylvania State University, University Park, PA 16802).

Bretaña, la cual conozco mejor. No conozco todo lo que está pasando pero puedo darles una idea.

Primero, en Gran Bretaña. Hace aproximadamente 25 años, nuevos departamentos tipo CTS aparecieron en varias universidades: Manchester, Edinburgo y Sussex. Estos fueron progresando lenta y cuidadosamente hasta producir cambios a un sistema muy conservador. A comienzos de los setenta, 10 universidades (incluyendo aquellas tres) y 2 politécnicas comenzaron un proyecto: **Science in a Social Context-SISCON** (Ciencia en un Contexto Social), para promover la enseñanza de CTS a nivel universitario. SISCON se extendió durante ocho años, produjo cerca de cuarenta módulos de enseñanza, organizó varias conferencias y escuelas de verano, hizo arreglos para transferencia de enseñanza entre instituciones. En fin, le dió mucha visibilidad a la idea de enseñar ciencia (y estudios sociales también) con un enfoque CTS. Durante ese tiempo fueron establecidos dos nuevos departamentos: Ciencia y Sociedad en la universidad de Bradford y el Grupo de Política Tecnológica en Aston. Las politécnicas se encontraban en sus primeros años, y debido a que se trataba de nuevos cursos, más abiertos a la innovación, y CTS se estableció firmemente en sus programas de ciencia y tecnología. En los últimos diez años, durante los cuales la educación superior ha sufrido mucho bajo los embates del huracán del Thatcherismo, ha habido algunos recortes y combinaciones pero, a pesar de esto, CTS ha sobrevivido sorprendentemente bien y hasta ha avanzado. Una seria baja fue el curso de Ciencia y Sociedad en Bradford, que ha sido cerrado.

CTS en la educación secundaria comenzó más lentamente. El sistema de educación secundaria en Inglaterra está subordinado al sistema de exámenes públicos controlado por juntas *(boards)*, la mayoría de cuyos miembros son maestros de escuela. A menos que se ofrezca un examen sobre un tema, las escuelas no lo enseñan. Sin recompensa no hay enseñanza. Dos juntas de exámenes se han puesto en la vanguardia al ofrecer pruebas en CTS, al principio para candidatos de 17 años. Esos exámenes, apoyados por bastante material de enseñanza, han estado disponibles durante aproximadamente diez años. Más recientemente se han desarrollado exámenes para estudiantes de 16 y de18 años y el número de candidatos ha ido aumentando significativamente. Este es todavía un tema menor, pero de importancia creciente. Quizás más importante ha sido el establecimiento de un currículo nacional. El gobierno ha ordenado que los estudiantes de todos los niveles, desde la infancia hasta el nivel superior, sigan un currículo básico prescrito. Esto tenía la intención de ser una medida conservadora: ¡de vuelta a los buenos viejos tiempos, abajo los maestros progresistas que querían que sus estudiantes disfrutaran el aprendizaje! Pero, en la práctica, los maestros han tenido que participar en la creación de los currículos y han insistido en que todos los cursos de ciencia deben tener un

enfoque de CTS. Estamos todavía en los primeros días, y todavía tenemos que ver como va a funcionar.

En Europa yo conozco el desarrollo de CTS en Holanda, Alemania Occidental, España, Bélgica, Suecia, Dinamarca, Austria, Portugal, e Italia, y conozco la creciente evidencia de desarrollos CTS en Europa Oriental y la Unión Soviética.

Holanda ha estado particularmente a la vanguardia de este desarrollo. Un país pequeño y densamente poblado, con buenas instituciones de educación superior trabajando en conjunto, tiene muchos cursos con componentes CTS y ha sido un líder en la Asociación Europea de CTS *(European Association of STS - EASTS)*. Holanda también ha usado su sistema de exámenes para introducir CTS en las escuelas superiores. Allí se ha producido mucho material de enseñanza tanto a nivel universitario como escolar.

Alemania Occidental ha establecido firmemente la actividad CTS en las universidades de Ulm y de Bremen y tiene un grupo en Kiel produciendo material muy exitoso para la enseñanza a nivel escolar.

Permítanme resumir brevemente el desarrollo CTS fuera de Europa. Canadá y Australia han sido los más activos. Canadá tiene programas bien establecidos en varias universidades, y utiliza una red de televisión para enviar conferencias de una universidad a otra. Entre ellas se encuentra la Universidad de Quebec en Montreal, sobre la cual Leonard Waks ha dicho que tiene el mejor programa en norteamérica. Saskatoon en Saskatchewan es la base del *International Organization of Science and Technology Education (IOSTE)*, y está produciendo materiales de enseñanza para ser usados en las escuelas estatales. Columbia Británica ha desarrollado un currículo excelente para CTS en esa provincia y está preparando materiales para implementarlo.

Australia tiene departamentos de CTS activos en varias universidades. Griffith y Deakin merecen nuestra atención especial aunque por razones diferentes. Griffith es una universidad nueva, abierta hace aproximadamente quince años. Un miembro del grupo británico SISCON fue su primer director de historia y filosofía de la ciencia. Griffith decidió que todos los estudiantes de primer año deberían tomar el mismo curso común, basado en matemáticas y CTS. Después de esto, los estudiantes podían decidir la especialidad que desearan. Su experiencia demostró claramente que los estudiantes se beneficiaron del enfoque amplio a la educación en ciencias, y, muchos estudiantes, en particular incluyendo muchos de los que tuvieron mejores resultados en el primer año, escogieron continuar con un enfoque CTS de la ciencia, en vez de cursos tradicionales y especializados en ciencias o tecnología. Deakin, otra institución nueva, también bajo el mando de uno de los miembros de nuestro grupo SISCON (el presidente), es una universidad para estudiantes adultos

solamente, y escogió un enfoque CTS para la enseñanza en ciencias y produjo y publicó unos muy buenos módulos de enseñanza.

Vamos a terminar nuestro catálogo aquí. Basta con decir que hay evidencia abundante de que CTS ha sido adoptado en muchos lugares del mundo y todo indica, después de tantos años, que llegó para quedarse. No he dicho nada del desarrollo CTS en América del Sur: en Brazil, en Chile, en Venezuela. Todos estos ejemplos sólo refuerzan este argumento.

La evidencia es clara. Existe una fuerte red de enseñanza CTS alrededor del mundo, creciendo, consolidándose, estableciendo una base firme para esta innovación educativa y dando apoyo. Hay cada vez más literatura, y más materiales de enseñanza. También es claro que la variedad de cursos y materiales es grande. No hay dos iguales. Y todos requieren revisión constante. Para tomar dos ejemplos: si usted escribe un módulo acerca de recursos energéticos, éste deberá ser actualizado al desarrollarse nuevos recursos, o cuando se revele nueva evidencia sobre costos, por ejemplo. En Canadá las dos provincias que escriben sus propias descripciones de cursos y unidades de enseñanza sólo se encuentran a unos cientos de millas; pero ambas se localizan en lados opuestos de las Montañas Rocosas y sus culturas, condiciones, y problemas son lo suficientemente diferentes como para necesitar cada una un enfoque distinto.

Según mi experiencia lo que funciona mejor es que los maestros vean lo que otros han hecho, y entonces, con el apoyo y consejo de expertos, formular cuál es el mejor curso de acción para su distrito y trabajar juntos para producir sus propios materiales, dirigidos a su propia comunidad. Los materiales necesitan ser adaptables para estar a par con las circunstancias cambiantes y centrarse en el estudiante. Esto es lo más importante: centrarse en el estudiante. Esto es, deben comprometer al estudiante en su propio aprendizaje, tanto como sea posible, para que sea un estudiante *activo*, no pasivo; que *estudie, investigue* y *haga proyectos*... que descubra en vez de absorber. De esta manera tanto el maestro como el estudiante aprenden y ambos son *propietarios* del currículo y del proceso de aprendizaje.

Este material se basa en trabajos realizados bajo el auspicio de la *National Science Foundation*, a través del Auxilio No. TEI-8751239. Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas en este artículo son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación.

EL SURGIMIENTO DE UNA NUEVA SINTESIS PARA LA EDUCACION EN BIOLOGIA

Paul deHart Hurd
Stanford University

Resumen

Los cursos tradicionales de biología en la educación pre-universitaria son poco adecuados para satisfacer las necesidades humanas o para contribuir al bienestar de la sociedad. Ahora que la humanidad se ha convertido en responsable de su propia evolución, una nueva síntesis de las ciencias humanas es esencial para fortalecer la capacidad de adaptación del animal humano y asegurar su supervivencia. El estereotipo de la biología general ha sido concebido muy estrechamente y carece de las riquezas del conocimiento para las nuevas realidades de la vida.

El formato del currículo tradicional para la enseñanza de la biología comenzó con la influencia del trabajo de Charles Darwin hace más de un siglo. Para ilustrar el concepto de Darwin acerca de el origen de las especies, Thomas H. Huxley escribió un texto de biología organizado como un estudio de las formas de vida, desde las más simples hasta las complejas, de la ameba a la rana, y desde los protococos hasta la planta de frijoles. El libro de Huxley, publicado en 1878, fue el primer texto en combinar en un solo curso lo que hasta entonces habían sido por separado las materias de botánica y zoología. El título de ese libro fue *Biología Práctica*, porque fue diseñado para servir como "una introducción al estudio de la anatomía y fisiología humanas".

A finales del siglo pasado se añadieron a los textos de biología de escuela superior temas de anatomía y fisiología humanas. Con el pasar de los años, mucho de lo que se ha enseñado acerca de la raza humana se ha reducido (o sacrificado) a sus partes. Las partes han sido más rana que humano, y el comportamiento humano, más simio que humano.

Desde 1983 se han publicado más de 100 informes de paneles, comisiones y comités, en los cuales se pide un cambio en la educación, particularmente en la enseñanza de las ciencias. Los informes enfatizan la necesidad de reconceptualizar y reformular lo que debe

---

La versión inglesa de este artículo fue presentada al *Third Technological Literacy Conference*, en febrero de 1988, en Arlington, Va. Traducido con autorización del autor por Waldemar López Piñeiro, en colaboración con Margarita Peña Borrero. Paul deHart Hurd es Profesor Emérito en Stanford University. Para mayor información escribir a 549 Hilbar Lane, Palo Alto CA, 94303.

ser una verdadera educación general en ciencias. Se considera que los actuales estereoptipos acerca de los currículos son pobres en raciocinio, metas, decisiones acerca de temas a discutirse y los modos (métodos) de instrucción necesarios para cumplir con los requisitos educativos de jóvenes que vivirán la mayor parte de sus vidas en el siglo XXI. Una de las principales críticas acerca de los cursos de ciencias es que éstos se han "aguado" con miles de datos aislados, de tal manera que cualquier conocimiento sobre la ciencia se ha "ahogado". Los cursos son, en definitiva, ricos en información pero pobres en conocimiento. Parten de la premisa de que es necesario preparar a los estudiantes para entrar a una universidad y para una carrera en las ciencias: éste es el gran sueño de la educación en ciencias.

Los informes nacionales acerca de la condición de la educación en los Estados Unidos demandan un nuevo enfoque para la enseñanza de las ciencias. En respuesta a la búsqueda de un nuevo contexto para la educación en ciencias y de una nueva síntesis de temas a discutirse, ha surgido el concepto de **Ciencia-Tecnología-Sociedad** (CTS). El concepto CTS representa una interpretación más válida de la estructura y el ethos de la ciencia moderna que la representada por los cursos estrechamente basados en didsciplinas que dominan actualmente los currículos escolares de ciencias.

Un breve examen de la historia de la ciencia moderna desde a pricipios de este siglo nos revela que las disciplinas tradicionales de la ciencia --biología, química, geología, física-- se han fragmentado en más de 70,000 campos diferentes, cada uno con su publicación especializada para mantener la comunicación entre los investigadores. En la actualidad, las distinciones entre un esfuerzo científico y otro se identifican de acuerdo con el problema que es investigado, por ejemplo fibras ópticas, química láser, anticuerpos monoclonales, placas tectónicas o supernovas. Más aún, muchas de las disciplinas tradicionales se han fusionado en nuevas áreas de investigación tales como la astrofísica, bioquímica, biofísica, biología molecular, geobioquímica, bio-ingeniería, ecología humana entre otras. Lo que se está buscando ahora es una estructura curricular de orden superior que no solamente unifique los campos de la ciencia, sino que también sea lo suficientemente rica en perspectiva y contenido para que haga posible relacionar la ciencia con los asuntos humanos.

La recomendación más frecuente en los informes nacionales para la modernización de la educación en ciencias es la de que se deben integrar conceptos y procesos de pensamiento acerca de la tecnología en la creación de un nuevo currículo de ciencias. Se considera que la adición de conceptos de tecnología es la mejor manera cerrar la brecha entre la ciencia, la sociedad, la manera como la gente vive, trabaja, y hace planes para el futuro.

La tecnología, en el sentido moderno de la palabra, es reconocida como un sistema socio-tecnológico que hace posible que las personas extiendan cualitativa y cuantitativamente sus capacidades de adaptación. La tecnología es también un proceso por el cual la información proveniente de las ciencias, la ingeniería y los campos de investigación social se utiliza para cambiar nuestro ambiente o algún otro aspecto de la existencia humana. Las habilidades de pensamiento asociadas con las labores tecnológicas son muy parecidas a las que el individuo necesita para resolver problemas sociales y personales en su vida cotidiana. La tecnología como empresa siempre envuelve gente, influencia su forma de vida y su trabajo. Por ejemplo, los computadores pueden en el futuro influenciar hasta nuestra manera de pensar.

Como meta de la enseñanza, la alfabetización en ciencias y tecnología se traduce en la habilidad de un estudiante para interpretar los alcances y deficiencias científico-tecnológicas, en términos de las fuerzas sociales y humanas que las generan y mantienen. Aquellos estudiantes que son "iletrados" en lo referente a la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad, se encuentran condenados a vivir aislados de una cultura que les rodea pero no pueden experimentar a plenitud.

Muchas personas, maestros inclusive, tienen una imagen de la cienca y la tecnología como entidades distintas y separadas. A través del último siglo y medio, la ciencia y la tecnología se han apoyado mutuamente, no solo en términos de investigación, sino también en las diferentes maneras como afectan a los individuos y a la sociedad. El ganador del premio Nobel, Robert Oppenheimer, describió la interrelación entre la ciencia y la tecnología como "las dos caras de una moneda". Los instrumentos "inteligentes", desarrollados por los ingenieros hacen posible que los científicos se hagan nuevas y más profundas preguntas acerca de la naturaleza --preguntas que se han mantenido sin respuestas por la falta de tecnología apropiada. Consideremos las contribuciones que los *scanning tunneling microscopes* están haciendo a la investigación en biología molecular, el acelerador lineal a la física y el *supercollider* y el láser a la investigación en química.

El impacto del concepto de Ciencia-Tecnología-Sociedad en el currículo de biología en la educación pre-universitaria ha sido mínimo. Sólo unos pocos temas sobre cuestiones ambientales tales como el control de la contaminación de aire, suelos y agua, o los efectos de la radiación, reciben atención dispersa. En su mayoría, estos problemas se enseñan desde un punto de vista negativo y generan en los estudiantes actitudes desfavorables hacia de la ciencia y la tecnología. Está ausente la historia social y cultural del hombre moderno, historia que comenzó cuando utilizó por primera vez palos y piedras como herramientas para cazar y defenderse. Los avances en la tecnología condujeron a la introducción de la agricultura y todo lo que ella ha

significado para las costumbres de la humanidad; más adelante la Revolución Industrial transformó profundamente la vida y el trabajo. Y ahora que nos enfrentamos a la más reciente revolución en la historia humana --la llamada "era de la información"-- de repente nos damos cuenta de que la ciencia y la tecnología han hecho obsoletos los conceptos de Darwin acerca de la selección natural y la supervivencia de los mejor dotados, y que la humanidad es ahora responsable de su propia evolución y supervivencia. El que la humanidad o un individuo sobreviva depende de la utilización sabia del conocimiento.

Una razón importante por la cual el concepto CTS no ha penetrado de manera significativa en los actuales currículos de biología es que el contexto de los cursos y los textos se encuentra estrechamente demarcado por las disciplinas. Con excepción de la actualización de algunos temas y algunos cambios de énfasis --por ejemplo el ADN y la herencia, menos en taxonomía y más en ecología-- los temas en los currículos son casi iguales a los que había en 1900. Lo que se requiere para hacer CTS una parte viable de la enseñanza de la biología es un currículo centrado en el contexto humano.

Como primer paso necesitamos reorientar nuestras creencias sobre lo que la educación biológica significa como requisito básico para todos los estudiantes desde kindergarten hasta la escuela superior. Informes nacionales en los Estados Unidos sugieren que la biología debe ser enseñada de manera que 1) propicie una alta calidad de vida para el individuo; 2) eleve el bienestar humano; y 3) permita al individuo hacer juicios sabios acerca de problemas y asuntos de la sociedad.

Para lograr un currículo biosocial humano, es necesario reunir lo que anteriormente ha estado separado en las distintas áreas que se encargan del estudio del hombre. Esto quiere decir que debemos buscar conceptos integradores: en la anatomía y fisiología humana, las características biológicas; en la ecología de plantas y animales, principios que contribuyan al entendendimiento de la ecología humana; en la sicología, conceptos acerca del comportamiento individual; en la sociología, ideas sobre el comportamiento en grupo; en la antropología para un entendimiento de la historia y la cultura del hombre; en la medicina, información acerca de como puede el organismo humano alcanzar el crecimiento, desarrollo y longevidad óptimos. Una vez que estos conceptos se han identificado, la persona que desarrolle el currículo tiene la tarea de integrarlos para formar una imagen coherente que represente el todo del hombre.

El esquema conceptual para la nueva síntesis de la biología es la visión de la especie humana como parte de la naturaleza, nuestra propia naturaleza, y de la naturaleza como un todo. El propósito es capacitar seres humanos para vivir en armonía con su ambiente social y con su ambiente natural. El énfasis se centra en las realidades de la

existencia humana, las realidades de la sociedad, la adaptabilidad humana, los imperativos culturales y las alternativas para el futuro de los seres humanos. Una descripción válida de la evolución humana requiere una consideración de la interacción de la historia biológica y cultural de la especie, teniendo en cuenta que la cultura es la característica que hace único al ser humano y le distingue de las otras formas de vida.

El contexto humano propuesto para la enseñanza de la biología pre-universitaria eleva al currículo a un nivel más alto de significado que el que puede ser mantenido a través de los cursos tradicionales. El currículo convencional no es completamente adecuado para tratar con los seres humanos ni como organismos, ni en términos de la adaptabilidad humana. Las habilidades cognoscitivas que forman parte de la biología humana son más extensas que las que encontramos en los cursos de biología prevalecientes. Además de aprender sobre los procesos de indagación e investigación de las ciencias formales, los estudiantes tienen la posibilidad de adquirir experiencia en la toma de decisiones cualitativas. Casi todos los problemas de la vida y el vivir que implican cuestiones biosociales, traen consigo preguntas sobre valores, ética y moral. Enseñar a los estudiantes un conjunto de valores en particular *no* es el objetivo. El verdadero objetivo es dar a los estudiantes la oportunidad para integrar su conocimiento sobre ciencia y tecnología con la formulación de juicios informados sobre problemas de la vida real. Por sí sola, la información no es suficiente para comprender la experiencia humana.

Algunos se preguntarán si esta aproximación a la enseñanza de la biología refleja la investigación actual en las ciencias biológicas. En la actualidad, la investigación en todos los campos de la ciencia se guía y se mantiene en términos de su posible contribución al progreso social y económico, por ejemplo, la investigación acerca del cáncer, el SIDA, la longevidad, la agricultura, la genética, el fumar, el valor de los alimentos, y la optimización de las condiciones ambientales. Thomas Kuhn, el eminente filósofo de la ciencia de M.I.T, afirmó que hoy día tanto el progreso en la ciencia, como los nuevos campos de investigación son el resultado de fuerzas sociales, económicas e institucionales, tanto como lo son del razonamiento y la observación.

En mi opinión, hemos superado la etapa en la cual se podía basar la enseñanza de la biología enteramente en el ennoblecimiento de la disciplina y su historia. También hemos superado la etapa en la que se podía justificar que el conocimiento del los animales sub-humanos es básico para el entendimiento de la humanidad. El entendimiento del hombre no puede ser nunca menor que el hombre mismo. Ahora que los seres humanos hemos alcanzado una etapa en la cual debemos asumir la responsabilidad por nuestra propia evolución --si la especie ha de sobrevivir-- la enseñanza de la biología adquiere nuevas perspectivas. La biología hoy no es la misma ciencia de hace una

década, ni las metas educativas del pasado son apropiadas para una educación en biología para hoy y para el futuro.

Los informes nacionales sobre educación han puesto en claro que los Estados Unidos se enfrenta a nuevas realidades, y esta es la razón por la cual hay nuevas expectativas acerca de lo que la educación en ciencias debe significar para los ciudadanos, así como para los investigadores. La humanidad no puede dirigir con éxito su futuro y su propia evolución, y, al mismo tiempo, mantenerse ignorante en aspectos relevantes de su propia naturaleza, cultura y ecología. Debemos pues reunir las ciencias preocupadas por el hombre y sintetizar un nuevo currículo, seleccionando los temas que se enfoquen en la vida y en el vivir de la humanidad.

Este material se basa en trabajos realizados bajo el auspicio de la *National Science Foundation*, a través del Auxilio No. TEI-8751239. Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas en este artículo son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación.

EL CICLO DE RESPONSABILIDAD

Leonard J. Waks
The Pennsylvania State University

Introducción

Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) es una innovación educativa diseñada para promover la ciudadanía responsable en nuestra era tecnológica. Los ciudadanos de hoy se enfrentan a decisiones de valores personales y sociales, decisiones sobre estilo de vida y cuestiones de política pública que se encuentran fuera del alcance de los sistemas morales y de valores tradicionales. Ejemplos de ésto son la prolongación de la vida, la ingeniería genética, la defensa estratégica en el espacio, la liberación de organismos manipulados genéticamente. El ciudadano responsable de hoy debe entender estas innovaciones y descubrimientos y sus impactos en la sociedad. En la actualidad, este conocimiento no se encuentra distribuido de manera general entre los ciudadanos, y esto amenaza la calidad de la vida y el ambiente, las generaciones futuras, y aun las instituciones democráticas. (Prewitt, 1983)

En 1985 un equipo nacional de trabajo, compuesto por maestros líderes en educación en ciencias, tecnología, estudios sociales e inglés, de kínder hasta cuarto año, y profesores universitarios representando verias disciplinas, se reunieron en Penn State University bajo los auspicios del proyecto *Science through Science, Technology and Society; S-STS* (de Ciencias a través de Ciencia, Tecnología y Sociedad), para plantear una definición clara de la educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Este equipo de trabajo estableció siete criterios como características esenciales de los materiales de lecciones, unidades y materiales CTS:

Responsabilidad. El material desarrolla la comprensión de los lectores acerca de sí mismos como miembros interdependientes de la sociedad, y de la sociedad como un agente responsable dentro del ecosistema de la naturaleza.

Influencias mutuas de la Ciencia, Tecnología y Sociedad. Las influencias mutuas de "Tecnología", "Ciencia", y "Sociedad" son presentadas claramente.

Relación con las Cuestiones y Problemas Sociales. Las relaciones de los desarrollos científicos o tecnológicos con cuestiones socialmente

---

Este artículo fue traducido, con autorización del autor, por Waldemar López Piñeiro, en colaboración con Margarita Peña Borrero. Original en inglés, 1988 Leonard Waks es Profesor de Science, Technology and Society (Pennsylvania State University, University Park, PA 16802).

relevantes se identifican desde el principio, de forma clara y atractiva para captar la atención.

4. **Balance de Puntos de vista**. El material presenta un balance de los diferentes puntos de vista acerca de las cuestiones u opciones, sin necesariamente esforzarse por mantener oculta la perspectiva del maestro o el autor.

5. **Toma de decisiones y solución de problemas.** El material envuelve a los estudiantes en el desarrollo de destrezas de solución de problemas y toma de decisiones.

6. **Acción Responsable.** El material alienta a los estudiantes a comprometerse en un curso de acción social o personal, después de haber establecido un balance entre los valores y los efectos, según sean las distintas opciones o situaciones.

7. **Integración de un punto de vista.** El material ayuda a los estudiantes a aventurarse mas allá de los límites de la materia hacia consideraciones más amplias acerca de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan el tratamiento de cuestiones éticas o de de valores personales y/o sociales.

Para calificar una lección o unidad de "ciencia a través de CTS", se estableció un criterio adicional:

8. **Confianza en la ciencia.** El material usa la relación entre ciencia, tecnología y sociedad para promover la confianza de los estudiantes para manejar y entender al menos un área limitada de la ciencia , y/o usar algún tipo de cuantificación como base para juicios en el área de CTS. La educación CTS, definida a través de estos criterios, está comprometida con la promoción de valores democráticos y con la distribución amplia de conocimientos y destrezas necesarias para una participación completa en los procesos democráticos de regulación social.

En este artículo, el "ciclo de responsabilidad" es presentado como un esquema organizativo, basado firmemente en los 8 criterios del equipo de trabajo de C-CTS, para enseñar cuestiones de ética y valores que inevitablemente surgen en la educación CTS. Este ciclo comienza como una heurística para ayudar a los educadores a identificar, seleccionar, organizar y poner en secuencia experiencias y actividades de aprendizaje. Al moverse por las distintas fases de ciclo, estudiantes de todas las edades forman sus convicciones y compromisos, sus decisiones acerca del estilo de vida y de los valores, y aprenden cómo estos influyen en las cuestiones tecnológicas que nuestra sociedad enfrenta. Moviéndose una y otra vez a través del ciclo, de problema en problema, confrontando y reflexionando sobre temas CTS de creciente complejidad, los estudiantes van ganando

madurez en lo que respecta a su responsabilidad social.

El ciclo está dividido en cinco "fases", denominadas **(i)** entendimiento de sí mismo, **(ii)** estudio y reflexión, **(iii)** toma de decisiones, **(iv)** acción responsable, y **(v)** integración. En la medida en que cambian las actividades de aprendizaje características de cada fase, con el aumento de madurez del estudiante, el significado mismo de términos como "toma de decisiones" y "acción" evoluciona. El ciclo de cinco fases sigue siendo, de todos modos, una herramienta organizativa útil en todos los niveles educativos, desde la niñez hasta la edad adulta.

Propósitos de la estructura del ciclo de la responsabilidad

El ciclo de responsabilidad es presentado aquí como una herramienta práctica, una heurística, para ayudar a los maestros y supervisores a identificar, seleccionar y poner en secuencia actividades de aprendizaje relacionadas a cuestiones de CTS y en especial a sus dimensiones éticas y de valores. Esto no es una teoría ni una concepción totalmente elaborada de la educación CTS. Se trata de un esquema organizativo, un *bosquejo* que debe llenarse con lecciones, unidades CTS, materiales y estrategias instruccionales. Este marco organizativo, se aleja de las prescripciones acerca de métodos instruccionales específicos, o de opciones de currículo. No toma partido sobre cuestiones teóricas o de investigación poco comunes, sino que provee una aproximación de sentido común para utilizar los recursos, teorías y métodos disponibles y apropiados para varias situaciones, para alcanzar las metas de CTS.

Como herramienta práctica, el ciclo debe ser compatible con las destrezas y expectativas de los maestros. Debe ser suficientemente flexible para permitir variaciones en contenido y métodos de instrucción, y para estar de acuerdo con los recursos, fortalezas e intereses del grupo de trabajo. Como un verdadero amigo, debe permitir que los maestros hagan lo que puedan y decidan hacer, es decir, lo que funcione en el contexto de su institución y su comunidad.

Para que un esquema como este sea útil, deberá ser compatible con muchas aproximaciones a la teoría ética, educación en valores y con el proceso de desarrollo de currículo. También debe ser lo suficientemente flexible para acomodar y hacer uso práctico de nuevas teorías y de resultados de investigación que estén a su alcance. El esquema puede ayudar a los maestros a determinar cuándo una determinada teoría entra en juego. El concepto de ciclo armoniza con las metas y métodos de los currículos de CTS disponibles (e.g. el curso de "Innovaciones"publicado por BSCS). Este concepto toma en cuenta el pensamiento actual con respecto a la ética y la educación en valores, y la organización instruccional de CTS (Ryan, 1986, Fullinwider, 1988,

Social Science Education Consortium, 1987; Rubba, 1987). El ciclo de responsabilidad ofrece un punto de partida desde el cual los educadores y los que desarrollan materiales para la educación pueden hacer contribuciones creativas a la educación CTS, que sean consistentes con su estilo personal y los requisitos institucionales.

El ciclo será explicado en más detalle en la sección II, y su aplicación será considerada en la sección III. Pero antes debemos considerar algunos de los conceptos básicos de ética y valores en CTS.

I. La dimensión ética y de valores

Los educadores en CTS hablan de la necesidad de promover una ética de la responsabilidad social en nuestra era tecnológica a través de la educación. Pero, ¿qué es la responsabilidad social y qué exige de los ciudadanos de hoy?

Responsabilidad

Desde el comienzo del movimiento CTS, las preocupaciones éticas y de valores, particularmente la noción de responsabilidad, han tenido un rol importante. Como ha señalado el filósofo Hans Jonas, por la magnitud y novedad de sus obras y su impacto en el futuro global de la humanidad, la tecnología contemporánea ha alterado irreversiblemente la naturaleza de la acción humana. En la nueva situación, nuestras ideas éticas y los valores heredados, centrados el contacto directo, entre una persona y otra, dentro de estrechos límites de espacio, tiempo y poder, ya no son adecuadas. No estamos preparados para pensar sobre los problemas y opciones de nuestro tiempo, y para formarnos convicciones y aceptar compromisos apropiados. Jonas afirma que el largo alcance de nuestros actos coloca la *responsabilidad*, sin otra cosa que el destino humano como objeto, en el centro mismo del escenario ético.

Nuestra primera asociación con la elusiva idea de la responsabilidad es quizá la noción de obligación, o la de "rendir cuentas", la de dar órdenes y esperar que sean acatadas -- "¡los estudiantes son responsables de mantener el silencio en los pasillos!" Las personas viven en sistemas sociales, están atadas por reglas, y deben rendir cuentas si no las cumplen. Nuestra responsabilidad, en este primer sentido, consiste en lo que la sociedad exige de nosotros (nos ordena). Los estudiantes son responsables de ir a clase, los maestros son responsables de cubrir los temas en un texto, los conductores de observar las leyes de tránsito, etc. Cuando las personas se refieren a la responsabilidad como la "cuarta R", con igual importancia que la lectura, la escritura y la aritmética, lo que parecen tener en mete es la expresión "di que no" *(just say no)* --a las drogas, al sexo, a hacer trampa, a no asistir a clase. Reglas son reglas, y el estudiante responsable hace lo que se le dice. La responsabilidad en

este sentido es equiparada con la docilidad --que en el fondo significa habilidad para "ser enseñado".

¡Pero aun las personas más conservadoras están de acuerdo en que responsabilidad es algo más profundo que ésto! Un segundo sentido importante de responsabilidad está relacionado con *ser concientes de algo.* El conductor responsable no sólo sigue las reglas de tránsito, sino que agudiza sus sentidos y se mantiene alerta para evitár cualquier posible peligro. Actuar responsablemente como buen amigo va más allá de obligaciones obvias, como cumplir promesas explícitas, y ser concientes de posibles expectativas implícitas que requieran mayor comunicación.

Pero una persona no es responsable simplemente por estar de acuerdo con reglas, ni por ser conciente de algo. También debe *aceptar* la responsabilidad de manera conciente, creciendo dentro de ella, asumiéndola. La responsabilidad consiste tanto en escoger reglas de conducta y darles forma, como en seguirlas. Podemos intuir algo de esto al considerar el término "agente responsable" en la teoría ética. Un "agente" es aquel que está a cargo de su propia conducta, una causa creativa (en contraste con un paciente, uno sobre el cual se actúa, un efecto).

Los elementos de selección, aceptación, y compromiso implícitos en la responsabilidad, la vinculan con dos de los aspectos más fundamentales del ser humano: el cuidar de otros, o preocuparse por ellos, y la creatividad personal. Como señala Herbert Fingarette, una persona asume una responsabilidad, se convierte en agente responsable, cuando acepta como una cuestión de importancia personal, es decir, como algo que le importa directamente y por lo que se preocupa, algo que la sociedad le presenta. La consumación de dicha responsabilidad puede incluir la transformación creativa, de maneras grandes o pequeñas, de lo que le es ofrecido, por ejemplo, cuando la canción *"We are the World"* ("Somos el Mundo") se ofreció como respuesta la problema del hambre.

Esto hace a la responsabilidad un elemento central de ser persona. El crecimiento de la responsabilidad es una característica crucial, perfectamente natural, e inevitable en el desarrollo a ser una persona completa. ¿Cómo ayudan los adultos en éste proceso? Cuando determinamos que un niño es suficientemente maduro para aceptar la responsabilidad lo hacemos responsable, y como dice Fingarette si se escoge bien el momento, el ser humano responde naturalmente a este tratamiento asumiendo la responsabilidad. Cuando esto falla, reconocemos que el niño todavía no ha aceptado la resonsabilidad, así que dejamos de hacerlo responsable.

> El niño eventualmente se convierte en una persona responsable al sertratado más y más como uno. Pero cuando falla, le excusamos diciendo "es sólo un niño". [Sin embargo] cuanto más el niño demuestre

> una efectividad y propósito persistente, inteligente, y razonablemente amplios en algún área de su conducta , más nos inclinaremos a minimizar la calificación de nuestra forma de tratarlo como una persona responsable. Cuando al fin actúe consistentemente como una persona responsaable, entonces y sólo entonces será tal (p. 33).

Esto implica que sólo cuando la responsabilidad es aceptada libremente puede concectársela con la obligación. Podemos exigir, y expresar nuestra indignación moral para con aquellos que rehúsan aceptar la responsabilidad. Pero estas exigencias son inútiles si se dirigen personas que no se han comprometido pues ellos no tienen la capacidad interior para responder a nuestras exigencias. La falta de interés de algunas personas en poner su inteligencia y creatividad personal al servicio de los demás, para comprometerse y "formar parte de la solución", les deja fuera del círculo de aquellos para quienes tales demandas y obligaciones aplican y tienen significado. Cuando dejan de ser niños, los que continúan rechazando la responsabilidad son llamados "sociópatas". Entonces dejamos de hablar en términos de obligaciones, de exigir, o de esperar que algo bueno provenga de ellos. En lugar de ésto aprendemos a salirnos de su camino y, si es necesario, los encerramos.

Lo que es importante notar aquí es que la responsabilidad no es una mera carga, sino una característica natural, potencialmente alegre, y hasta esencial de la vida adulta activa. La responsabilidad no es simplemente uno de los "costos" de la vida adulta, sino uno de sus principales "beneficios", aunque sea algo así como un gusto adquirido.

La educación para la responsabilidad requiere que, a medida que los jóvenes van ganando madurez, se vayan enfrentando con desafíos significativos. A medida que los estudiantes "maduran", las exigencias deben ser mayores, pero debe dárseles apoyo en forma de instrucción, entrenamiento, y elogios alentadores. Sin embargo, si se los aísla o se los enfrenta a exigencias sin sentido o trabajos denigrantes, en vez de retos reales, o si se les niega el apoyo y aliento necesarios, no es muy probable que florezca en ellos la responsabilidad. En este caso, tanto los jóvenes como la sociedad serán los perdedores.

Responsabilidad por el mayor bien

Aristóteles nos dice que toda comunidad se establece con miras a algún bien, porque la humanidad siempre actúa de modo que obtenga lo que le parece bueno, pero la comunidad política, que es la más elevada de todas, y que incluye a las demás, apunta hacia el mayor bien, hacia la felicidad de los miembros en una sociedad justa y virtuosa. El ciudadano tiene un puesto en la comunidad política, al votar, servir de jurado, participando en discusiones y asuntos públicos, influenciando las actividades legislativas y administrativas. Solo, o como miembro de organizaciones, el ciudadano puede contribuir a que la comunidad "apunte hacia el mayor bien".

La educación CTS sitúa al estudiante como un agente responsable, un "ciudadano joven", en una sociedad dominada de manera creciente por los impactos de la ciencia y la tecnología. Los ciudadanos responsables asumen la responsabilidad *por* los impactos de la ciencia y la tecnología en las sociedad. Es decir, aumenta su conciencia de cómo la ciencia y la tecnología tienen efectos positivos o negativos en la vidas de la gente, y de cómo su forma de actuar y de pensar pueden promover cambios positivos y evitar los negativos.

Cuando hablamos del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, podemos estarnos refiriendo a dos tipos de efectos, (a) efectos en la *estructura normativa* de la vida social, y (b) diferencias positivas y negativas directas en el *valor*, es decir, en la calidad de vida. Estas ideas necesitan aclararse un poco más.

Efectos en la Estructura Normativa. Cuando hablamos de "sociedad" podemos estarnos refiriendo meramente a una colección de personas. Pero más frecuentemente nos referimos a la estructura de normas que organizan el comportamiento de dichas personas, una estructura que continúa existiendo aunque algunas personas mueren y otras nacen. Esta estructura incluye instituciones (matrimonio y familia, ley y gobierno, conocimiento y educación, música y artes, negocio e industria, tecnología e invención, moralidad y religión, etc.). Las instituciones son sistemas de normas que regulan y establecen patrones con respecto a comportamientos importantes --- aquellos a través de los cuales las personas satisfacen sus necesidades, expresan sus valores y logran sus metas y aspiraciones. Cuando las instituciones son fuertes, qué se espera de nosotros (nuestros roles) y de otros, y podemos, por lo menos, formar nos expectativas estables y establecer nuestros plan de vida. Cuando se debilitan las normas importantes, (por ejemplo, las reglas de comportamiento sexual) podemos por un momento estar incapacitados para saber a ciencia cierta qué debemos exigirnos a nosotros mismos y a los demás. La debilidad de las normas inquieta a muchas personas y hace que algunas se aferren a viejas normas y patrones. De otro lado, estos períodos de cambio normativo dan a los miembros de la sociedad la oportunidad de hacer las cosas de otro modo.

La naturaleza cambiante de la ciencia y la tecnología desafía y erosiona las normas sociales. Por ejemplo, la píldora anticonceptiva afectó las normas de la conducta sexual. En el mejor de los casos, las normas son herramientas de adaptación con las cuales se aseguran las necesidades básicas y se establece un marco de referencia para hacer planes y alcanzar metas y aspiraciones (de valores). Un cambio normativo rápido y descontrolado puede entonces causar trastornos fundamentales en la vida de la gente, abriendo nuevas posibilidades pero, a la vez, destruyendo otras que muchos encontraba útiles e incluso necesarias como guías para vivir.

Efectos en Valores. Pocos términos han sido usados con tan poca claridad como "valor" y "valores", por lo que es importante aclarar un poco acerca de ésta familia de ideas básicas.

(a) Para el presente propósito podemos seguir el uso que le da Kurt Baier y definir el *valor* de algo como su capacidad de otorgar un benficio a alguien, de producir un favorable en su vida (Baier, 1969). Más aún podemos distinguir entre el *valor inherente* de algo como el valor que posee en sí mismo, del *valor instrumental* que algo tiene porque trae consigo algo que directamente sí confiere un beneficio. Así, una sinfonía de Mozart puede capturar nuestra atención y promover un profundo placer. En sí misma, la sinfonía añade algo a nuestra vida, por lo que decimos que la música tiene un valor inherente. Del otro lado, nuestro sistema de estéreo reproduce la música fielmente, y por eso lo juzgamos como un buen instrumento; tiene valor instrumental, esto es, es una parte esencial de la causa de una experiencia musical inherentemente valiosa.

(b) También podemos hablar de que las personas valoran cosas y personas. Esta idea de "valorar" algo tiene dos sentidos importantes (1) premiar, apreciar, disfrutar, y (2) juzgar o creer que la persona o la cosa tiene valor (confiere un beneficio, trae un cambio positivo). Así, una persona puede amar una fotografía antigua (valor en el sentido 1) sin pensar que sea una foto particularmente buena, es decir, una que merezca el estudio y observación de las personas (valor en sentido 2). Quizás dicha foto solamente tiene un valor "sentimental" (en contraste con el estético) para la persona que lo aprecia.

(c) Cuando hablamos de los *valores* de los grupos e individuos generalmente nos referimos a su tendencia a dedicar sus recursos (tiempo, energía, inteligencia activa, dinero, etc.) a obtener cierto tipo de fines. Los valores son las creencias que dirigen sus vidas, que guían su comportamiento en situaciones donde tienen que tomar decisiones. Siguiendo a Baier nuevamente, la disposición de una persona para hacer uso de sus recursos en cierta manera constituye sus *valores*, siempre y cuando ella los crea benficiosos, esto es, que son buenas maneras de usar sus recursos, o de hacer su vida mejor de lo que podría ser de otro modo.

Hablar de valores de esta manera los coloca dentro de la esfera del discurso razonable; la gente justifica y defiende sus creencias con razones. La idea de valores como creencias nos ayuda a distinguirlos de otras formas de luchar o querer tener. Una persona puede esforzarse compulsivamente por riquezas y posesiones materiales. No debemos concluir por esto que la persona tiene valores materialistas; quizá él o ella nunca hayan considerado los efectos más probables de su esfuerzo, o las alternativas de valores disponibles. Esa persona puede desear posesiones materiales sin juzgar que la disposición de esforzarse por ellas es valiosa porque conduce a su felicidad. En este

caso, el proceso de formación de valores, aunque ha comenzado, nunca ha sido completado; la persona no tiene, realmente, convicciones bien formadas en esta área. Solo se esfuerza a ciegas.

Un elemento esencial en la educación en valores es la oportunidad para pensar sobre de nuestros valores de modo que la solidez de nuestras creencias y convicciones pueda examinarse y afianzarse mejor en la razón.

La idea de los valores como creencias sugiere también que podemos al menos considerar los valores (como otras creencias) ciertos o falsos, o por lo menos sujetos a evaluación racional. Una persona puede creer que un cierto patrón de compromiso y esfuerzo es deseable, que funcionará para su propio bien y el de otros, y puede que lo haga. Pero cuando esta creencia no favorece el bien, cuando el cambio que ocasiona no es positivo sino negativo, podemos argumentar razonablemente que este valor-creencia es "falso" o al menos peligroso, y debe ser reconsiderado.

Traer los valores a la esfera del pensar y razonar no es decir que los valores son "relativos" -- que los valores de cada persona son los mejores para el o para ella, o que los valores de todos son igualmente razonables. Podemos hacer nuestros valores más sanos y más seguros reflexionando acerca de nuestra experiencia --bajo las condiciones que promuevan nuestra felicidad y la de otros.

Pero nuestro propio pensamiento reflexivo es sólo un factor, y uno relativamente tardío, en el desarrollo de los valores. Como todas nuestras creencias y convicciones, nuestros valores son influenciados por personas importantes en nuestras vidas, los miembros de nuestra familia, nuestros colegas, figuras poderosas en la sociedad, y, de manera creciente en nuestra "era de la información", por los medios de comunicación. Tales influencias pueden ser beneficiosas o perjudiciales. La gente se perjudica cuando se tienen valores "falsos", valores que les lleven a desperdiciar su inteligencia y energía sin alcanzar su bien. Cuando hablamos de los impactos de la ciencia y la tecnología en los valores de la sociedad, es ésto lo que está en juego.

Los sistemas morales y las religiones son intentos de codificar los mejores valores, aquellos que mejor promuevan el bien. Son recursos importantes de ideas para reflexionar acerca de los valores cambiantes en nuestra sociedad.

El Bien y el Bien-estar Humano. Hemos hecho notar que las instituciones, si funcionan bien, son herramientas de adaptación con las cuales se aseguran las necesidades básicas y se establece un marco de referencia para hacer planes y alcanzar metas y aspiraciones en la vida. Nuestros valores son nuestras convicciones acerca de lo que tiene valor, lo que merece que le dediquemos nuestros tiempo y

energía. Estos valores proveen una guía para la vida y la búsqueda de la felicidad. ¿Pero qué es la felicidad o bienestar? ¿Qué significa que a una persona le vaya bien? La idea aproximada es que a una persona le va bien (o está disfrutando una buena vida) cuando su vida se está moviendo en dirección a un "patrón ideal de vida" establecido cultural o personalmente. Podemos analizar esta idea aún más y decir que a una persona le va bien, y está viviendo una vida feliz, cuando se ajusta estas condiciones:

(i) es capaz de asegurar sus necesidades básicas (es decir, alimento, vestido, refugio, derechos básicos, relaciones sociales) dentro del límite de las expectativas establecidas por la normas de la comunidad;

(ii) tiene en su vida metas y aspiraciones personales que son al menos un poco, exigentes en términos de energía e inteligencia --pues esto hace que su vida tenga "sentido" y "propósito"; y

(iii) estas metas y aspiraciones, y su búsqueda, proporcionan un espacio apropiado a los valores del individuo quien, a su vez, se compromete en actividades y se relaciona con personas que realmente aprecia, con quienes disfruta y a quienes creen valiosas;

(iv) estas metas son vistas como que ajustan en un todo mayor que se puede apreciar en términos de teorías científicas, mitos y alegorías, rituales de religión cívica, etc.;

(v) el individuo avanza en sus planes, y trabaja para alcanzar sus aspiraciones.

Estas cinco condiciones también apuntan hacia algunas formas básicas de infelicidad. **(i)** Cuando las personas no pueden asegurar sus necesidades básicas se desesperan o se enferman. **(ii)** Cuando no tienen aspiraciones se encuentran "a la deriva",sin dirección. De manera similar, cuando sus aspiraciones no son lo suficientemente exigentes pueden caer fácilmente en el letargo. Pueden fácilmente volverse retraídos, alienados y "desconectados" de la vida. **(iii)** Cuando sus metas se derivan del condicionamiento social, pero no están de acuerdo con sus valores, pueden entonces ser considerados externamente como "exitosos" pero no disfrutar o considerar valiosas las rutinas cotidianas de la vida, viviendo una "desesperación tranquila. **(iv)** Cuando no pueden relacionar sus propios logros con una visión más amplia del bien de la comunidad, o de la humanidad, entonces existe el riesgo de la alienación y la "falta de significado". Una barrera defensiva y aún paranóica (como la de Howard Hughes) puede ser el resultado de tales logros aislados. Pero **(v)** cuando las personas fijan sus metas muy alto tienen otro problema -- presiones, estrés, y esfuerzo sin satisfacción -- y se "queman".

Impactos de la Ciencia y la Tecnología. Finalmente estamos en una posición en la que podemos relacionar más concretamente los "impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad" con los valores y el bienestar de las personas. Cuando hablamos de investigar y entender estos impactos, debemos señalar dos tipos de relaciones.

La primera es "sociológica". Podemos estudiar como descubrimentos científicos e innovaciones particulares, o la organización de las instituciones de ciencia y tecnología, cómo variables independientes, afectan las normas sociales y los valores como variables dependientes. Un ejemplo de éste tipo de pregunta "sociológica" sería: ¿Afectaron las píldoras anticonceptivas los valores religiosos de los católicos, o las normas de la moralidad sexual?. Estas son preguntas "fácticas" (acerca de hechos), preguntas de ciencia social.

La segunda relación es "axiológica" o "cargada de valor". En este caso estamos tratando de entender cómo los descubrimientos científicos y los desarrollos tecnológicos afectan a las personas para bien o para mal, qué tan buenas son estas cosas, no en sus propios términos, sino para la humanidad. Podemos decir que la ciencia y la tecnología afectan a las personas de tres maneras muy diferentes: **(i)** afectando directamente sus necesidades básicas, **(ii)** afectando la estructura social dentro de la cual ellos definen su bien y construyen sus vidas, y **(iii)** creando nuevas oportunidades culturales. Demos un breve vistazo a cada una:

(i) Impactos en las necesidades básicas. Una vacuna puede curar una enfermedad, las emisiones de los autos pueden causar enfermedades, los fertilizantes químicos pueden afectar la seguridad de los alimentos y el agua. La ciencia y la tecnología pueden impactar en muchas necesidades biológicas de esta manera. Las teorías éticas deontológicas (capítulo 2) enfatizan los derechos básicos que poseen todas las personas, especialmente necesidades básicas como aire, agua, alimentos y refugio seguro, así como trabajo significativo. Estas teorías llaman la atención inmediata sobre cualquier efecto de la ciencia y la tecnología que entre en conflicto con estos derechos. Las teorías utilitaristas, aunque quizás no enfatizan la noción de derechos, también dan un énfasis a las necesidades básicas como componentes esenciales del bien humano que buscan optimizar.

(ii) Impactos en la estructura social. Las normas institucionales son herramientas para asegurar las necesidades; los valores son creencias y convicciones acerca de lo que tiene valor intrínseco o conduce al bienestar. Las tecnologías industriales o de producción hacen disponibles más bienes materiales, pero nuestras normas responden (a través de la influencia mediadora de la publicidad, etc.) de modo que nosotros esperamos más y aún pensamos que nuestras familias "necesitan" más. Es por eso que el cambio tecnológico tiende

a traer consigo valores materialistas. Y tales valores puden ser malos en sí mismos, porque son insaciables o porque no logran que las personas alcancen su mayor expresión a través de su energía e inteligencia, o porque hacen que la felicidad sea excesivamente vulnerable a un colapso en el evento de un mero cambio de fortuna, y estos son son comunes a todas las eras.

(iii) Creación de nuevas oportunidades. La ciencia y la tecnología, como las artes, son vocaciones, y como todas las vocaciones ellas afectan profundamente a aquellos quienes las siguen. Cada vocación o "llamado", envuelve una estructura inherente de valores. La felicidad de los científicos proviene del descubrimiento, la de los ingenieros de la eficiencia. Samuel Florman habla de "los placeres existenciales de la ingeniería". Otros señalan que los modos técnicos de pensar y trabajar son casi siempre "llanos" e insatisfactorios cuando se comparan con los modos "artesanales" que eran comunes antes de la revolución industrial.

En nuestra era tecnológica, el individuo socialmente responsable es aquel que (a) buscan *entender* como la ciencia y la tecnología cambiantes afectan a las personas para bien o mal, (b) piensa activamente acerca y *decide* lo que es correcto y mejor para la sociedad, y (c) se compromete a *participar activamente*, tanto como individuo tomando decisiones personales, y/o como miembro de la sociedad, haciendo que sus valores prevalezcan en la toma de decisiones colectiva, para promover cambios positivos. El ciclo de reponsabilidad es una estructura para organizar la educación de manera que promueva la responsabilidad. Hacia allá nos dirigimos a continuación.

II. Fases del ciclo de responsabilidad

Fase I: Comprensión de sí mismo.

El Criterio 1 nos dice que CTS desarrolla en los estudiantes la comprensión de sí mismos como miembros interdependientes de la sociedad, y de la sociedad como un agente responsable en el ecosistema de la naturaleza.

Dividamos esta afirmación en sus partes. El punto de partida es la comprensión de los estudiantes de sí mismos como miembros interdependientes de la sociedad. En nuestra sociedad, cada estudiante va a ser evaluado como un individuo único, con valores, talentos, metas y planes propios. Como ciudadano, a cada uno se le garantizan libertades básicas para vivir como lo decida, y cada persona es responsable de su vida. Esto es fundamental para nuestro modo de vivir.

Pero el criterio nos hace notar que el estudiante no es una isla

en sí mismo, sino que vive entre otros y sufre las consecuencias de sus acciones, y de igual manera otros sufren las consecuencias de las acciones de estudiante. Porque comparten el planeta tierra como hogar, el bienestar de uno no puede aislarse del de los otros. Son interdependientes. Por eso el estudiante debe entender que el o ella son responsables, en su calidad de ciudadanos. La manera en que vivimos afecta el ecosistema que sostiene nuestras necesidades básicas para la vida, y somos responsables de tomar decisiones correctamente, a través de los variados procesos de toma de decisiones y de solución de problemas de nuestra democracia.

Actividades para la comprensión de sí mismo

En primer lugar, el trabajo de un estudiante consiste en identificar sus propias creencias, convicciones, imágenes de la buena vida para sí mismo, la sociedad, y la comunidad mundial. ¿Cuáles son sus imágenes e ideales, qué piensan él o ella que esnecesario hacer para hacerlas realidad? ¿Qué rol desea tener en éstos?

EL estudiante también explora lo que él o ella creen y conocen. ¿Qué saben, ya sea a través de la televisión, la lectura o la experiencia personal, de los problemas y cuestiones tecnológicas que afectan su época, o de los que se prevén para el futuro? ¿cuáles son sus sentimientos con relación a estas cuestiones? ¿Se encuentran asustados por la bomba, la contaminación, el quedarse sin recursos, el prospecto de un empleo deshumanizado? ¿Se han ocultado a sí mismos información acerca de éstos temas, negando la relevancia que tienen para ellos? ¿Existen conflictos entre sus esperanzas y expectativas y el conocimiento que tienen de lo que parecen ser perspectivas significativamente peores (o mejores) para los demás?

En esta fase el estudiante explora también preguntas como ¿cuáles son las fuentes de mis creencias y convicciones, y qué dice esto de la calidad de estas? ¿Cómo llegué a adquirir estos valores, formarme estas esperanzas, a pensar y a sentirme como lo hago? ¿Qué tan seguras son mis raíces? ¿Cuáles son las necesidades especiales, responsabilidades particulares de mi grupo?

La responsabilidad nos da el contexto para el trabajo en ésta y en todas las demás fases del ciclo; el trabajo nunca es puramente académico. El estudiante nunca es un mero espectador. Como individuo y miembro de la sociedad, él o ella son alentados a entrar en el mundo con una perspectiva orientada a la responsabilidad. Desde ese punto de partida, las personas, los eventos y las cosas entran en el campo de percepción del estudiante, en su pensamiento y su *preocupación*. En un sentido importante, estos son reflexiones del estudiante. Porque lo que entra en su mundo, y cómo lo interpreta, cómo eso vive en su conciencia, refleja su ser interior, sus propósitos y actitudes, sus preocupaciones, miedos y aspiraciones más profundos.

En esta fase buscamos, de muchas maneras, que el estudiante cree conciencia de que su mundo es una "realidad personal", que ellos tienen un papel importante en como "autores" del mundo en el que viven, que son responsable del el carácter y la calidad de su experiencia.

Al facilitar el trabajo en esta fase, los maestros pueden alentar el compartir personal, buscar significados más profundos, dirigir discusiones centradas en experiencias o lecturas, sugerir el llevar un diario. Pueden utilizarse técnicas de clarificación de valores. Sin importar las tácticas, el aprendizaje está centrado en el estudiante, y un contexto para el conocimiento conceptual de CTS, así como una conciencia de los problemas, se establece dentro del campo de la conciencia y las preocupaciones del estudiante.

Fase 2: Estudio y reflexión acerca de patrones y cuestiones CTS

El Criterio 2 afirma que las influencias mutuas entre "Tecnología", "Ciencia", y "Sociedad" deben presentarse claramente. Si se colocan en los vértices de un triángulo, existen seis relaciones de éste tipo. Pero el Criterio 3 identifica dos de las seis relaciones para una presentación temprana, clara y atrayente, de manera que atraiga la atención del estudiante --estas son los impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad. El estudiante de CTS, en el curso de la profundización de su entendimiento propio y del desarrollo de actitudes de responsabilidad, debe prestar atención a estas relaciones en cada una de las cuestiones: Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Cuestiones relevantes a la sociedad. Como hemos discutido anteriormente, las instituciones científicas y tecnológicas, así como los nuevos descubrimientos e innovaciones que emanan de ellas, tienen efectos complejos. Garantiza la satisfacción de las necesidades de algunos, pero le hacen daño a otros. Traen consigo cambios que son positivos para algunos y negativos para otros. Crean nuevas oportunidades para algunos, pero destruyen oportunidades para otros. La investigación tiene la intención de aclarar estos impactos, y de ser posible, orientar hacia una decisión sobre lo que es correcto. Con frecuencia, se desconocen los impactos y su naturaleza. Personas y grupos se apoyan en diferentes métodos y herramientas interpretativas y analíticas para lograr un conocimiento, no importa lo indeterminado y falible que sea, de éstos impactos --desde el análisis de costo-beneficio hasta la exégesis bíblica. No debe sorprendernos que los resultados de estas investigaciones sean irreconciliables.

Podemos hablar acerca de una "cuestión (o problema) dominada por la tecnología" cuando diferentes grupos en la sociedad tienen diferencias básicas sobre cómo interpretar y enfrentar problemas relacionados con la tecnología. Los enfoques de los diferentes lados pueden ser el resultado de intereses muy básicos (por ejemplo, la

influencia de los intereses de la industria del tabaco en su evaluación de los efectos del fumar en la salud), o ser influenciada por fuertes convicciones de valores. De cualquier modo, éstos no pueden avanzar significativamente usando las herramientas interpretativas o analíticas disponibles. Esto deja diferencias "básicas" sobre cómo interpretar y enfrentar el problema. Esta se convierte entonces convierte en una cuestión "social", y añaden factores políticos se añaden a los técnicos y cognitivos. La solución de problemas y las evaluaciones de tecnología, se acercan más a una negociación que a una investigación científica o a una solución ingenieril.

Al reconocer la naturaleza esencialmente controversial de las cuestiones tecnológicas socialmente relevantes, el Criterio 4 establece que en la reflexión y el estudio CTS, los materiales deben presentar un balance de los diferentes puntos de vista sobre los problemas y las opciones, sin esforzarse por esconder el punto de vista del autor.

Actividades de estudio y reflexión

El trabajo en la segunda etapa cosiste en ganar una comprensión de los desarrollos científicos y tecnológicos, en particular y de sus impactos, esto es, cómo éstos promueven y mantienen el bien de algunos, como también se opunen o limitan el bien de otros. Consiste en aprender sobre personas, cosas, eventos, ideas, y cuestiones del mundo del estudiante, y en reflexionar sobre ellas para profundizar su comprensión y establecer cuáles son implicaciones para la toma de decisiones y la acción social. Esto implica entender la naturaleza de la ciencia, la tecnología y la sociedad, y sus mutuas interacciones. Envuelve el estudio de casos ilustrativos, explorados con relación a su implicaciones sociológicas y axiológicas. Las teorías éticas y de valores son recursos potenciales para estructurar éstas exploraciones.

El trabajo en esta fase provee un conjunto de puntos de contacto con los elementos del currículo basados en la disciplina, para el aprendizaje en ciencia, matemática, tecnología ingenieril y ciencia socialque rodean a CTS. El trabajo en esta fase, incluye lo que Hungerford y Rubba llaman la conciencia de cuestiones y la investigación de las cuestiones.

Fase 3: Toma de decisiones

El Criterio 5 declara que el material debe comprometer a los estudiantes con la solución de problemas y la toma de decisiones. Esto es particularmente importante a la luz de la naturaleza indeterminada de las cuestiones o problemas que se estudian. Puede ser muy fácil para las actitudes escapistas, anti-responsabilidad, esconderse detrás de esta indeterminación y decir que "no hay una manera de hacerle frente racionalmente a estas cuestiones. Un grupo lo ve de una manera, otro lo ve diferente, y eso es todo lo que hay".

Este criterio dice que el aprendizaje impersonal de asignaturas y de pensamiento indeterminado en el cual el estudiante no logra resolver la cuestión por sí mismo es insuficiente. No es suficiente aprender "sobre" la energía, o las ballenas. El estudiante debe confrontar la información y las alternativas e ir más allá de ellas, tomar una decisión, tomar una posición, juzgar un camino como el correcto o el mejor.

Actividades de toma de decisiones

El trabajo en esta etapa consiste en aprender sobre el proceso de toma de decisiones, tomando decisiones y defendiéndolas presentando razones y evidencia. Varias herramientas analíticas y pedagógicas pueden ser útiles, tales como los árboles de decisiones *(decision-trees)*, y los dilemas de Kohlberg. Debates en el salón de clases, ejercicios de evaluación de tecnologías, cortes y parlamentos simuladas, y muchas otras técnicas pueden darle vida a este trabajo.

Esta fase también provee los puntos de contacto para los elementos básicos de las artes liberales en el currículo. Los estudiantes aprenden a pensar a través de la escritura, a expresar sus opiniones en la escritura y la expresión oral persuasiva, y a aplicar lógicamente razones y evidencias a una conclusión.

Fase 4: Acción responsable.

El Criterio 6 dice que el material alienta a los estudiantes a comprometerse en un curso de acción social o personal después de haber evaluado los balances entre valores extraídos de varias alternativas de opciones o situaciones.

Este criterio dice que la educación CTS debe ir más allá de la racionalidad académica. Las palabras no son suficientes, aun cuando expresen juicios de valor y decisiones. Los materiales deben ser presentados de tal manera que alienten al estudiante a envolverse en la acción, ya sea sólo o de acuerdo con otros a través de una alianza informal o de un grupo establecido de interés público.

Actividades de la acción responsable

El trabajo en esta fase consiste en trazar y tomar cursos de acción individuales y sociales. Estos pueden incluir la organización de una reunión de la comunidad, unirse a un grupo de interés público, trabajar en un proyecto de limpieza ambiental, viajar a la legislatura estatal para ejercer presiones sobre legislaciones pendientes, unirse a un boicoteo de consumidores de un producto dañino al ambiente, organizar una función para recoger fondos para los granjeros, o para los niños hambrientos. Este trabajo puede ser auspiciado por

organizaciones de la comunidad, tales como un proyecto de jardinería urbana auspiciado por una sociedad de horticultura, un proyecto de remoción de químicos caseros auspiciado por el consejo de salud ambiental, un proyecto de limpieza del cauce de un río tal como el*"Rouge Rescue"* en Michigan.

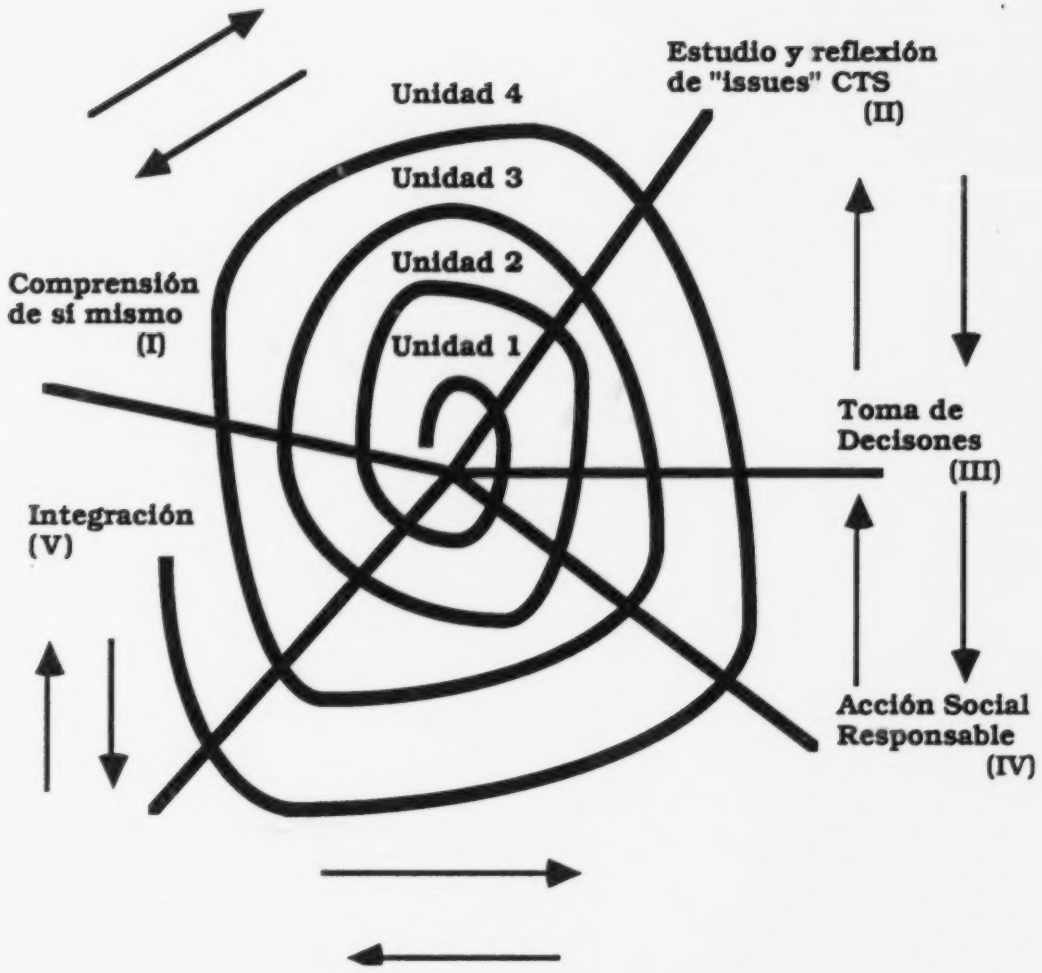
Fase 5: Integración

El Criterio 7 dice que el estudiante debe aventurarse mas allá de los límites de la asignatura hacia consideraciones más amplias acerca de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan el tratamiento de cuestiones éticas y de valores personales y/o sociales.

Este criterio dice que la simple presentación de cualquier cuestión tecnológica específica, o aún un conjunto de cuestiones, es insuficiente. Es insuficiente para los estudiantes el ser dirigidos a través de una "decisión" o aún una acción sobre cuestiones identificadas en unidades curriculares. Las unidades proveen "casos ilustrativos" y los estudiantes deben ser asistidos cuando se aventuran fuera de estos casos, buscando patrones, intentando generalizaciones, considerando principios, formando una *posición* personal desde la cual sea posible identificar, evaluar y dirigir cuestiones dominadas por la tecnología, a través de los variados procesos sociales y políticos disponibles.

III. Aplicando el Ciclo de Responsabilidad

La estructura del "ciclo de responsabilidad" organiza la secuencia de enseñanza-aprendizaje en torno a preocupaciones éticas y de valores en un ciclo de cinco fases. Esto indica que hay una dirección primaria en la formación de la responsabilidad, desde la comprensión de sí mismo por medio del estudio y la reflexión a través de la toma de decisiones, a la acción y de vuelta a uno mismo para una integración "totalista". (ver las flechas grandes) Por lo tanto, el currículo se mueve principalmente en esa dirección, e indica movimiento en la dirección contraria. (ver las flechas pequeñas).



Fases del Ciclo de Responsabilidad

A continuación aparecen algunas consideraciones para la implementación del ciclo de responsabilidad:

(1) Se distinguen cinco fases para asegurar que cada una reciba la atención adecuada.

En la vida cotidiana, las distintas "fases" están integradas. Todas las personas se detienen de vez en cuando para considerar sus necesidades, valores, planes, responsabilidades, etc. (fase uno), estudiar trazar patrones, reflexionar, (fase dos), hacer juicios y tomar decisiones (fase tres), actuar de acuerdo con sus convicciones (fase cuatro), y re-evaluar sus valores, planes y responsabilidades, integrando lo que se ha experimentado y las acciones tomadas para

formar ideas y principios generales (fase cinco). El ciclo de responsabilidad distingue estas cinco fases, de modo que se pueda prestar a cada una la atención que necesita. Esta atención fortalece el "trabajo" de los estudientes en cada fase, y contribuye a crear una idea de equilibrio y "finalización" en lo que se refiere a los procesos de pensamiento y valoración.

(2) El currículo de CTS se centra en la responsabilidad: comienza y termina con el estudiante como individuo responsable, y como miembro responsable de la sociedad.

Aprender es algo que los estudiantes hacen a través de acciones tales como pensar, organizar, establecer hipótesis, escribir, compartir y escuchar. Los maestros pueden estructurar buenas o malas oportunidades para actividades de aprendizaje, pero sólo los estudiantes pueden ocuparse de aprender. Y cada estudiante aprende sus propias lecciones. Los estudiantes son personas activas, motivadas por necesidad, orientadas hacia metas. El tiempo y la energía que dedican a aprender, y las actividades de aprendizaje en las que se comprometen (o no se comprometen) son una consecuencia de sus metas a corto y largo plazo, sean éstas concientes o inconcientes, sabias o imprudentes.

Esto es especialmente cierto cuando nos alejamos del aprendizaje cognoscitivo, que en algunos estudiantes no penetra más allá de la superficie, y nos dirigimos a un apredizaje relacionado con la formación de valores, y especialmente de aquellos que forman parte de la responsabilidad. La educación CTS es la batalla por el cuerpo y alma del estudiante, al menos en su aspecto laico y público. Por lo tanto, el estudiante es el alfa y el omega, el principio y el fin del ciclo de responsabilidad. El ciclo comienza con un diálogo con el estudiante, explorando sus preocupaciones crecientes, una disposición que madura a intentar nuevas responsabilidades. Y termina con más diálogo, para descubrir áreas que necesiten ser reconocidas, en las que las preocupaciones han madurado, y las exigencias puedan haber aumentado.

(3) Aunque las unidades, cursos y programas de CTS pueden usar el ciclo como una estructura externa, el esquema solamente requiere que el currículo le asigne una cuota adecuada de trabajo a cada fase.

El ciclo de responsabilidad es esencial a la enseñanza y el aprendizaje de CTS. Pero el enfoque de CTS también tiene implicaciones para la selección y consideración de las ciencias, ingeniería y tecnología, ciencias sociales, artes del idioma, y contenido cuantitativo. Como indican Hungerford y Rubba, todos estos materiales pueden ser organizados en una secuencia cuidadosa, en torno a metas de toma de decisiones y de acción. Pero también pueden organizarse

de muchas otras maneras.

Las cuestiones de ética y valores pueden considerarse en unidades separadas o intergrarse tan hábilmente al resto de currículo que nadie se encuentre concientemente enfocado en "ética y valores", o "responsabilidad", *per se*. En algunas comunidades, ésto puede ser una táctica ventajosa, debido a la oposición a la "educación en valores". El esquema requiere que, sin importar la manera en que el currículo de CTS sea organizado, se otorgue importancia suficiente cada fase del ciclo de la responsabilidad, y que los materiales y las actividades sean seleccionadas y puestas en secuencia de acuerdo con ésto.

(4) El currículo, como un todo, se analiza y reorganizacuando sea necesario, para asegurar unbalance apropiado y una secuencia de las cinco fases del ciclo de la responsabilidad.

Existen contextos mejores y peores para el trabajo en cada una de las fases del ciclo. El trabajo de comprensión de sí mismo requiere otras condiciones que difieren de la reflexión sistemática y de la acción. En cada nivel de la educación, el esquema trae consigo la pregunta: ¿cómo está dirigida cada fase de este ciclo? Ello no afirma que cada unidad de CTS, sin importar el tópico o la extensión, debe distribuir el trabajo por igual en cada fase. Pero sí afirma que debe darse atención balanceada y apropiada a cada una en el curso de las unidades de CTS, a través del año escolar, a través del currículo, y en cada nivel educativo (elemental, secundario, univeritario, graduado/profesional, adulto/continuada).

Con planeación y coordinación adecuada, el trabajo de cada fase puede ser distribuido en puntos ideales dentro de un currículo integrado: más trabajo de fase uno y dos en ciencias, trabajo de fase dos y cinco en los estudios sociales, más trabajo de comprensión de sí mismo (fase uno) con los consejeros, más acción en proyectos basados en la comunidad, etc. Pero aun en la ausencia de este tipo de coordinación, ninguna fase debe ser descuidada. El esquema alienta el análisis de la totalidad del currículo para asegurar que se le dé la atención apropiada, en la secuencia correcta, al trabajo en cada fase del ciclo. Cada unidad, cada curso, cada año escolar, y el programa completo en cada nivel debe ser explorado para asegurarse de que se ha asignado trabajo para cada una de las fases. El currículo puede ser estructurado para fortalecer aquellas áreas que están débiles, y para poner el trabajo en una secuencia significativa: por ejemplo, el trabajo de comprensión de sí mismo temprano en el año escolar, la integración totalizadora al final, la toma de decisiones más serias y toma de acción en los últimos años, etc.

(5) El ciclo de responsabilidad es la "médula inerna" de la educación. Se encuentra rodeado por el resto del currículo, muchas veces unido a la médula de maneras creativas.

CTS será implementado tanto en cursos de CTS como componentes en la educación en ciencias y estudios sociales (disciplinarios). La *National Science Teachers Association* requiere que aproximadamente el 20% de los cursos disciplinarios de ciencias sea CTS. La articulación entre CTS y el resto del currículo puede ser fuerte o débil; los componentes del currículo pueden reforzarse mutuamente o estar en contra unos de otros.

(6) El significado del trabajo de los estudiantes en cada fase -- comprensión de sí mismo, reflexión, decisión, acción e integración-- evoluciona.

Los estudiantes crecen, ganan una mayor comprensión de sí mismos, un mayor sentido de identidad personal. Llegan a poseer un concepto más definitivo del "yo", y por lo tanto, adquieren una conciencia de sí en el sentido más profundo de esa expresión. Aceptan mayores responsabilidades en sus vidas individuales, en sus familias y en la comunidad. El status mismo de estudiante es importante. Mientras que unos jóvenes se ven forzados a abandonar la escuela y a "crecer", otros retienen el rol de estudiante por más tiempo y experimentan con varios roles, actúan inconsistentemente y tontamente a veces. Pero no estamos dispuestos a extender privilegios especiales de este tipo a los estudiantes profesionales, aun si todavía no cumplen 25 años y acaban de terminar la universidad. Como sociedad, estamos reconsiderando las exigencias que imponemos a nuestros estudiantes universitarios, aún a los de secundaria, en lo referente al servicio a la comunidad (Boyer, 1983).

Los sicólogos del desarrollo pueden contribuir en gran manera en la selección y secuenciación de trabajo en las actividades de enseñanza. El ciclo de responsabilidad nos conduce en dirección de las preguntas esenciales del desarrollo, y nos indica cuándo son necesarias las ideas de la teoría y la investigación. Estas ideas nos ayudan a determinar cuál es el trabajo práctico y apropiado para cada fase del ciclo en los diferentes niveles educativos.

Tomemos el caso de la acción. Incluyendo niños pequeños en un esfuerzo de limpieza vecinal, se puede establecer una base para actitudes y hábitos positivos más tarde. Cuando discuten sobre sobre dilemas morales, reconocemos que su participación es muy diferente a la de un estudiante mayor que toma una decisión personal, seguida por una acción personal o en grupo, en relación con una cuestión controversial en la comunidad. Sabemos que al principio de los años de secundaria, los estudiantes están luchando con una identidad personal naciente, y que tales decisiones tienen un tipo de significado, mientras que al final de los años de secundaria se espera que ellos asuman la responsabilidad, tomen parte en las decisiones de la comunidad, voten en las elecciones estatales y nacionales.

Referencias

Aristóteles, *Politics*, en Richard McKeon, ed., *The Basic Works of Aristotle*, Nueva York, Random House, 1941.

Baier, Kurt (1969), "What is value: An analysis of the concept", en Kurt Baier y Nicholas Rescher, eds., *Values and the Future*, Nueva York, Free Press.

Brooke, Stopford (1900). De *Religion in Literature and Religion in Life*, citado en John Bailliee, *A Diary of Readings*, Nueva York, Scribners, 1955.

Boyer, Ernest (1983). *High School*, Nueva York, Harper and Row.

Biological Science Curriculum Study (1983). *Innovations*, Chicago, Kendell Hunt, 1983. Fingarette, Herbert (1967). *On Responsibility*, Nueva York, Basic Books.

Fullinwinder, Robert (1988). "Learning Morality", *QQ*, 8,2, 12-15.

Hickman, F., Patrick, j., y Bybee, R., (1987) *A Curriculum Framework for STS*, Social Science Education Consortium, Boulder.

Jonas, Hans (1984). *The Imperative of Responsibility*, Chicago, University of Chicago Press.

Prewitt, Peter (1986) "Issue investigation and action skills: Necessary components of pre-college STS education", *Bulletin of STS*, 6,2/3, 104-107.

Rubba, Peter (1986), "Issue investigation and action skills: Necessary components of pre-college STS education". *Bulletin og STS*, 6, 2/3, 104-197.

Ryan, Kevin (1986) "The new moral education", *Phi Delta Kappan*, 67, 228-233.

Este material se basa en trabajos realizados bajo el auspicio de la *National Science Foundation*, a través del Auxilio No. TEI-8751239. Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas en este artículo son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación.

TEMAS E "ISSUES" EN CTS: ALGUNAS HERRAMIENTAS CONCEPTUALES

Margarita Peña Borrero
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez

Leonard Waks
Pennsylvania State University

Ciencia, Tecnología y Sociedad no es el nombre de una asignatura distinta dentro del currículo escolar, sino un concepto de integración curricular. Un currículo integrado es, por otra parte, aquel que proporciona al estudiante los medios para integrar (a) lo que aprende en las diferentes materias o dominios curriculares, y (b) lo que aprende en la escuela con la experiencia exta-escolar.

La educación CTS tiene el potencial de hacer posible esta integración a través de unidades curriculares definidas en torno a **temas** que incluyen varios y diversos aspectos de la realidad. Estos temas contienen la posibilidad de subdividirse en subtemas que exigen el cumplimiento de tareas de distinta naturaleza. Estas tareas están relacionadas con **problemas** que afectan la vida de los estudiantes directa o indirectamente.

Un **problema social** puede definirse como una situación que induce sufrimiento psíquico o físico a ciertos segmentos de la población, o que impide que un número significativo de miembros de la sociedad desarrollen y utilicen plenamente su potencial (Eitzen, 1986). Estas situaciones reflejan un desequilibrio, esto es, una discrepancia entre las metas de una sociedad concreta (por ejemplo igualdad de oportunidades, justicia y democracia, un medio ambiente saludable, etc), y la situación real en que se encuentran algunos grupos dentro de la sociedad (discriminación, degradación ambiental, marginación política, etc.).

Algunos de estos problemas, por ejemplo la contaminación, el desempleo y el abuso de drogas, son *manifiestos*, facilmente identificables y reconocidos como tales por un número relativamente grande de personas. Otros problemas son *latentes*, no evidentes o aparentes (los desperdicios tóxicos, por ejemplo, no fueron vistos como problema en los años 50, una percepción que ha cambiado totalmente en nuestros días) (Pavalko, 1986).

Margarita Peña Borrero es Catedrática Auxiliar de Humanidades (Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Mayagüez, PR 00709). Leonard Waks es Profesor de *Science, Technology and Society Program* (Pennsylvania State University, University Park, PA 16802). El original inglés de este artículo fue publicado en el *STS Reporter*, Vol 2, No. 1, Septiembre de 1989, bajo el título "Identifying STS themes and Issues: Some conceptual tools". Traducido y adaptado por Margarita Peña Borrero.

Aunque algunos de estos problemas son objetivos (pocos se atreverían a afirmar que la contaminación del aire o las hambrunas no constituyen problemas sociales), es peligroso definir objetivamente los problemas sociales. Lo que para un grupo es un problema puede no serlo para otro. La maternidad de las adolescentes, por ejemplo, se considera problemática en los países industrializados; no así en sociedades menos "modernas". De la misma manera, la definición de los problemas sociales corresponde, en ocasiones, a intereses políticos. Esto sucede cuando ciertas situaciones se califican como problemáticas por parte quienes se encuentran en el poder (el caso de la sobrepoblación del llamado Tercer Mundo puede ser un ejemplo).

Una vez que se identifican estos desequilibrios y se los somete a juicio normativo y de valor, podemos hablar de una **preocupación social**. La presencia de esta preocupación indica que que se ha hecho la distinción entre la situación *tal como es*, y *tal como debería* o *podría ser*.

Esta preocupación se convierte en un **"issue"*** cuando la incertidumbre divide a la comunidad. De acuerdo con Hare (1987), un "issue" es una situación acerca de la cual "gente seria y razonable está en desacuerdo y no existe una solución a la mano". Un "issue" social presupone la existencia de un problema social y de visiones opuestas sobre las manifestaciones y causas del problema, así como sobre las posibles maneras de solucionarlo. La existencia de un "issue" hace posible identificar distintas posiciones. Esta posición no es solamente un punto de vista acerca de cómo resolver un desequilibrio, sino uno que puede eventualmente convertirse en parte del proceso político.

"Issues" de Ciencia, Tecnología y Sociedad, o "issues" CTS son aquellos problemas en los que las causas del desequilibrio puede encontrarse en avances particulares de la ciencia y la tecnología. Ejemplos clásicos de "issues" CTS son el desempleo, el desplazamiento de mano de obra, la contaminación del aire y los desperdicios tóxicos. Estos son, sin lugar a dudas, problemas sociales manifiestos, y en la medida en que pocos cuestionarían su naturaleza problemática, puede decirse que son objetivos. Sin embargo, no todos los temas CTS son tan fácilmente identificables. Debido a que con frecuencia los miembros de la sociedad se quedan en silencio y no expresan sus demandas y preocupaciones a través de los mecanismos disponibles en el sistema político, es difícil saber cuáles situaciones se perciben como problemáticas así como el grado de conciencia, si es que la hay, con relación a los "issues" que están directamente relacionados con ellos y que se están discutiendo ya en la arena política.

---

* La palabra "issue" se ha mantenido en este texto a falta de una palabra castellana que exprese el significado exacto de lo que se quiere expresar en el artículo. Una posible traducción sería "cuestiones", pero esta palabra no tiene la connotación de controversia que sí contiene la expresión "issue".

Dadas estas ambigüedades, la educación CTS no debe enfocarse solamente en problemas o preocupaciones que ya se han convertido en "issues", sino en la identificación de aquellas situaciones que pueden llegar a serlo. De acuerdo con Hare (1987), aun las opiniones más arraigadas pueden desafiarse, *pueden hacerse* controversiales. Estas situaciones constituyen *temas generadores*, y aunque no son todavía "issues", pueden llegar a serlo pues tienen el potencial de dividir a la comunidad.

Temas CTS pueden contener o estar contenidas en lo que Paulo Freire (1983) define como *situaciones límite* que exigen *acciones límite*. Una situación límite implica que mientras hay personas que se benefician directa o indirectamente de ciertas condiciones, otras están siendo afectadas negativamente por ellas. Por ejemplo, los cambios tecnológicos que están ocurriendo en la industria han conducido a elevar la productividad y la ganancia, pero han creado al mismo tiempo desempleo y descalificación de los trabajos. El mismo fenómeno tecnológico beneficia a unos y victimiza a otros.

Esta y otras situaciones límite pueden ser percibidas por los afectados como fronteras infranqueables, donde todas las posibilidades se agotan. Sin embargo, como sugiere Freire, si se examinan como realidades *transformables*, estas situaciones pueden llegar a convertirse en fronteras donde las posibilidades comienzan. Las acciones límite son aquellas encaminadas a rechazar y cambiar, antes que a aceptar, las condiciones dadas.

Así pues, la definición del contenido de la educación CTS exige un esfuerzo en dos sentidos. Por una parte, implica la identificación e investigación de "issues" directamente relacionados con la comunidad y, por otra, la identificación y análisis de *desequilibrios que pueden o deben convertirse en "issues" en la arena política*. Esta última es una condición esencial si la educación CTS pretende hacer una contribución significativa a la educación política en el contexto de una sociedad democrática.

Referencias

Eitzen, D.S. (1986), *Social Problems*, Newton, Massachussets: Allyn & Bacon.

Freire, P. (1983), *Pedagogy of the Oppressed*, New York: Continuum.

Hare, W. (1987), Open-mindedness in Moral Education: Three Contemporary Approaches. *Journal of Moral Education, 16*(2), 99-107.

Pavalko, R.M. (1986), *Social Problems*, Itasca, Illinois: Peacock Publishers.

Este material se basa en trabajos realizados bajo el auspicio de la *National Science Foundation*, a través del Auxilio No. TEI-8751239. Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas en este artículo son responsabilidad de los autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación.

DESARROLLO DE UNA UNIDAD TEMATICA DE CTS

Frederick A. Staley
Arizona State University

¿Qué es una unidad temática?

Una unidad temática es un segmento del currículo organizado alrededor de una idea central de un tema. Por lo general, las unidades temáticas enfatizan la naturaleza integrada de las disciplinas, combinando las artes del lenguaje, la lectura, la literatura, los estudios sociales, las matemáticas o las bellas artes, con la instrucción en ciencias.

¿Por qué unidades temáticas?

La elaboración de unidades temáticas pone al maestro, no al autor del texto o al editor, en la posición de tomar decisiones importantes acerca del currículo, el aprendizaje y el proceso de instrucción. Después de todo, el maestro es quien posee la preparación profesional para combinar su conocimiento de las teorías sobre el aprendizaje y el desarrollo, con los conceptos, destrezas y actitudes específicas de las ciencias, en la creación de un currículo significativo para los alumnos. Más aún, es el maestro quien conoce las necesidades y los temas que interesan a sus estudiantes. El maestro conoce, también, los recursos educacionales del salón de clase, de la escuela, de la comunidad y del estado. Aunque las unidades temáticas no reemplazan las directrices impuestas por el estado o el distrito escolar, sí permiten su estructuración a través de eventos manejables, interesantes, y de gran significado para los estudiantes.

¿Qué tienen de malo los libros de texto como fuentes principales del currículo?

Los libros de texto tienen en común una limitación: ser libros de texto. Con éstos, el enfoque principal de la enseñanza de las ciencias consiste en hacer que los estudiantes lean el libro, hagan una demostración o actividad en el laboratorio, contesten preguntas al final del capítulo y tomen exámenes sobre el material del texto, todo esto diseñado por los editores. Nada de esto es ciencia de verdad y hace muy poco (o nada) para ayudar a cumplir el rol que ésta debe tener en

---

Frederick Staley es Catedrático Asociado de *Curriculum and Instruction* (Arizona State University, Tempe, Arizona 85287). El artículo fue traducido, con autorización del autor, por Waldemar López Piñeiro, en colaboración con Margarita Peña Borrero. Original en inglés, diciembre de 1988.

la educación, en el sentido de permitir que los estudiantes se conviertan en ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados. Tal como ha sido descrita, la utilización de los libros de texto como fuente principal de currículo tiene serias limitaciones:

1. Los libros de texto no toman en consideración el ambiente local ni los recursos que se encuentran a la disposición de los maestros.
2. Los libros de texto no toman en consideración las necesidades e intereses de los estudiantes y los maestros en un salón de clase específico.
3. Los libros de texto no toman en consideración los sucesos de actualidad ni los problemas locales.
4. En su intento de proveer un balance de las ciencias de la vida, las ciencias físicas y las ciencias de la tierra, los libros de texto proporcionan, en muy poco espacio (generalmente no más de 10 páginas), información sobre demasiados conceptos y tópicos.

Cuando el maestro se siente poco preparado en ciencias, la presentación de información sobre muchas áreas de contenido tiende a volverlos dependientes del libro de texto y de las hojas de trabajo que le acompañan. Por otra parte, cuando el maestro prepara sus propias unidades temáticas, o usa unidades creadas por otros maestros, los libros de texto se convierten en fuentes de ideas e información, tanto para el maestro como para los estudiantes. Los libros de texto no deben determinar el enfoque total y la secuencia del currículo de ciencias.

Las unidades temáticas como alternativa a los libros de texto

En su descripción de un esquema curricular apropiado para la educación de ciudadanos para un futuro cada vez más orientado hacia la ciencia y la tecnología, Hickman (1984) sugiere un enfoque de unidades temáticas centradas en la vida real. En vez de enfrentarse con segmentos de diferentes disciplinas (como lo hacen los libros de texto), un maestro y sus estudiantes pueden ocuparse de "segmentos" de la vida, usando las disciplinas para iluminar, no para obscurecer, la enseñanza. Veamos el modelo de Hickman (figura 1) para **situaciones de la vida real**

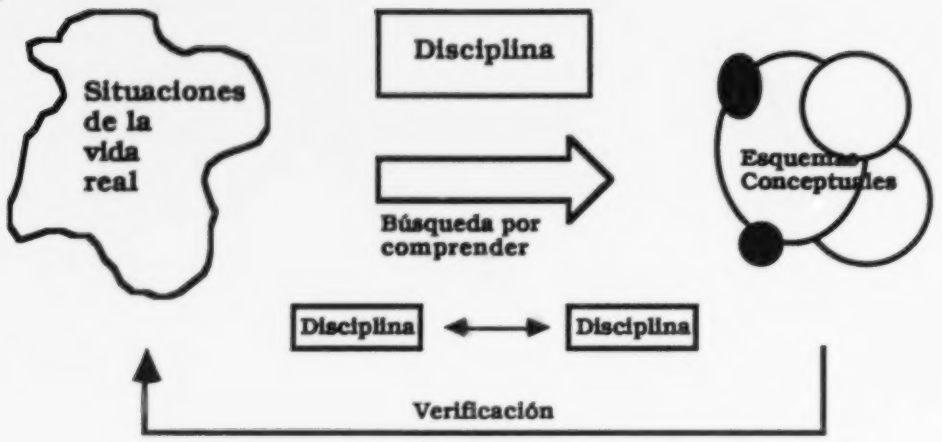


Figura 1
Modelo de Hickman para situaciones de la vida real

En este modelo, los tópicos, "issues"* y problemas que son relevantes y significativos para los estudiantes, sirven como tema central de las unidades instruccionales, en vez de tópicos físico-químicos, vida-salud, o tierra-espacio, alrededor de los cuales se organiza, típicamente, el currículo de ciencias. Así, cuando se investiga un tema, se recurre a muchas disciplinas para entenderlo y ayudar a expresar de alguna forma este conocimiento. Esta investigación pone énfasis en las destrezas de proceso, de identificación y solución de problemas, y de toma de decisiones. Finalmente, es importante que toda esta búsqueda por comprender conduzca a la adquisición de esquemas conceptuales que permitan que los estudiantes tengan una visión general de la interacción científica, tecnológica y social envuelta en el tema que se está estudiando. Estos esquemas conceptuales se convierten en herramientas para el estudio de otros temas.

En términos del currículo, las unidades temáticas, si se las elabora y utiliza adecuadamente, proporcionan esta visión general, y, a largo plazo, fortalecen la adquisición de destrezas para toda la vida. Tópicos, "issues" y problemas de la vida real proporcionan un contexto para que los estudiantes entiendan cómo todo se encuentra relacionado entre sí y lo clasifiquen. Más aún, las unidades temáticas fomentan la participación y la integración de lo que se aprende a su vida diaria. Un tema genera el contexto para lo que sigue, y provee una

* La palabra "issue" se ha mantenido en este texto a falta de una palabra castellana que exprese el significado exacto de lo que se quiere expresar en el artículo. Una posible traducción sería "cuestiones", pero esta palabra no tiene la connotación de controversia que sí contiene la expresión "issue".

estructura alrededor de la cual la mente puede organizar la información en "todos significativos".

Presentación e identificación de categorías de temas de situaciones de la vida real

Aunque hay muchas maneras para categorizar temas, un enfoque que ajusta muy bien al enfoque de Hickman presentado anteriormente, es clasificar los temas como tópicos, "issues" o problemas.

1. Un tópico tiene la forma de una palabra o frase que describe un fenómeno natural o hecho por el hombre (un evento, un lugar, un organismo, una tecnología, una estructura u organización) que sirva como foco de estudio. Este tipo de unidad ayuda al estudiante a entender mejor el fenómeno estudiado, en tanto que aprende procesos y conceptos que pueden ser aplicados para entender otros tópicos.

Ejemplos: El Desierto de Sonora, los robots en nuestra sociedad, la fotovoltáica como dispositivo de energía alternativa.

2. Un "issue" tiene la forma de una oración enunciativa o como una pregunta sobre la cual personas o grupos pueden tomar partido. Es un punto en disputa alrededor del cual existen dos o más puntos de vista. El propósito de este tipo de unidad es que los estudiantes entiendan el "issue", identifiquen los diferentes puntos de vista, los valores y argumentos de aquellos que sostienen los diferentes puntos de vista, para quizás tomar una posición, y proceder de acuerdo con ésta.

Ejemplos: ¿Es la construcción de represas una manera de controlar las inundaciones en nuestra ciudad?; ¿Las plantas de energía nuclear proveen una alternativa energética legítima?; ¿Debe ser usado cualquier tipo de animal no-humano en la experimentación e investigación biológica y médica?

3. Un problema tiene la forma de una pregunta acerca de una cuestión de importancia que encierra dudas, incertidumbre o dificultad. El propósito de este tipo de unidad es que los estudiantes entiendan el problema, desarrollen soluciones alternativas y, finalmente, procedan con base en las soluciones escogidas. Debe aclararse que aunque muchas personas pueden estar de acuerdo en que algo es un problema, puede haber muchos "issues" o puntos de vista alrededor de la manera como puede o debe ser resuelto el problema. Por eso, un tema-problema puede incluir también uno o más "issues".

Ejemplos: ¿Cuáles son las causas de los hoyos en la capa de ozono y qué se puede hacer para evitarlos? ¿Qué impacto tiene la urbanización desordenada en la calidad de nuestra vida y qué podemos hacer al respecto? ¿Cuáles son las causas de las hambrunas y qué podemos hacer para ayudar a eliminar el hambre en el mundo? ¿Qué podemos hacer en nuestra escuela para disminuir la cantidad de energía que usamos?

Otras categorías de temas

Otras dos categorías usadas frecuentemente son temas de **concepto** y **proceso**. Debemos observar que tanto conceptos como procesos son ingredientes del modelo de Hickman. Por lo tanto, éstos pueden ser usados como el punto de partida para el desarrollo de unidades temáticas y, si se usan ejemplos de la vida real para ayudar a enseñar los conceptos y/o los procesos, el resultado final puede ser el mismo que comenzando con un tópico, "issue", o problema de la vida real. El uso de temas-concepto o temas-proceso puede ser justificado cuando un maestro decide que hacerlo puede dar a los alumnos conocimientos y destrezas fundamentales, necesarias para tratar con futuros temas-tópicos, temas-"issue" o temas-problema. Estas dos categorías temáticas adicionales se definen a continuación:

1. Un concepto es una idea que pueden expresarse como una palabra o frase simple. Los conceptos definen o dan atributos, a ideas, objetos, sistemas o situaciones.

Ejemplos: Cambio, interacción, energía, muerte, nacimiento, comunidad, sistema, organismo y objeto.

2. Un proceso es una destreza intelectual que pude ser expresadas en una palabra o frase sencilla.

Ejemplos: observar, predecir, formular hipótesis, fantasear, comunicar, controlar variables y experimentar.

Otro modelo para el desarrollo de unidades temáticas

Tópico, "issue", problema, concepto, y proceso son todas categorías alrededor de las cuales se pueden organizar actividades y generar de unidades temáticas. El modelo instruccional de situaciones de la vida real, descrito anteriormente, constituye un enfoque acertado para la generación de unidades temáticas con énfasis en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). El modelo instruccional CTS desarrollado para el Estado de Nueva York (1986) que aparece en la figura 2, proporciona otro buen modelo para la creación de unidades temáticas. Hay que notar que el modelo de Nueva York sugiere tres puntos de partida posibles, que se superponen con las tres facetas del

modelo de situaciones de la vida real: i.e., **problemas** o **"issues" sociales** (temas-"issue" o temas-problema), **procesos tecnológicos** (temas-proceso), o **ciencias básicas** (temas-concepto). En la medida en que una persona se mueve hacia la toma de decisiones, o hacia la resolución de problemas, se van incorporando los tres componentes del modelo.

Figura 2
Modelo instruccional del Estado de Nueva York

Desventaja de las unidades temáticas

Existe una desventaja seria en el desarrollo de las unidades temáticas. Crear buenas unidades temáticas requiere una gran cantidad de tiempo y un amplio conocimiento de los recursos disponibles (personas, lugares y materiales de currículo).

Afortunadamente, esta desventaja puede superarse a través de muchas estrategias. Una estrategia es que los maestros solo desarrollen implementen y mejoren sólo una o dos unidades temáticas al año. El resto del tiempo, los programas comerciales pueden servir

como la base del currículo de ciencias. Con el tiempo, maestros que han estado escribiendo y usando unidades temáticas habrán creado y revisado varias unidades útiles.

Una segunda estrategia es que los maestros compartan unidades. Esto no solo multiplica el número de unidades que cada maestro tiene a su disposición, sino que constituye un enfoque interesante para la planeación curricular en equipo. De esta manera varios maestros interesados comparten, conocimientos pertinentes acerca de los niños y del el currículo.

Una estrategia final para simplificar la creación de unidades temáticas, consiste en incorporar, en unidades más amplias, ideas y actividades de materiales comerciales. Para hacer esto, no solo se requiere un conocimiento minucioso de lo que contienen los materiales comerciales, sino también la habilidad para secuenciar estas unidades en unidades significativas completas.

Doce pasos para el desarrollo de unidades temáticas

El resto de este artículo intentará revelar algo del proceso de desarrollo de currículo de unidades temáticas. Los pasos sugeridos aquí han sido útiles para el desarrollo de cientos de unidades, pero no los ofrecemos como el único enfoque ni como la secuencia necesariamente correcta que se debe seguir cuando se desarrollan unidades. Una vez los maestros se familiaricen con el proceso, ellos mismos podrán crear sus propios pasos para el desarrollo de unidades temáticas.

I. Seleccionar un tema

A. Considere el modelo de situaciones de la vida real descrito arriba.

B. Considere las posibles categorías de temas - tópicos, "issues", problemas, conceptos o procesos

C. Considere varias fuentes de ideas para los temas. Casi cualquier cosa puede servir como fuente de ideas cuando se busca un tópico, "issue", o problema para una unidad. Ciertamente las guías curriculares de ciencias a nivel estatal, de distrito, de escuela o de grado sugieren o dictan temas. Si se ha adoptado un libro de texto para un grado específico grado, las unidades o títulos de los capítulos pueden sugerir otros temas.

Además de estas fuentes, casi forzadas, pueden buscarse ideas en:

1. Los niños - sus preguntas, intereses, necesidades, etc.

2. Los padres y familiares de los niños - sus aficiones, intereses y ocupaciones.
3. Las ideas del director o de otros maestros de temas de importancia para toda la escuela.
4. Sus propios intereses, viajes e ideas.
5. Cosas - recursos en el salón de clases, el vecindario, la comunidad, y el estado, así como también cosas que los niños traen a la escuela.
6. Recursos fuera de los libros de texto, tales como películas populares, programas de televisión, literatura infantil y sucesos de actualidad.
7. "Issues" o problemas de importancia local que envuelvan Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), que aparezcan como noticias en los periódicos locales.
8. Recursos suplementarios tales como los módulos de *Outdoor Biology Instructional Strategies (OBIS)*, los panfletos para el estudio elemental de ciencias, *el Biological Science Curriculum Study (BSCS)* , y los libros de Ciencias 5 - 13 que son en sí unidades temáticas.

D. Considere los criterios para seleccionar un tema apropiado. Las decisiones referentes a temas apropiados deben tomarse con base en el conocimiento que el maestro tiene de los estudiantes, de la escuela, de la comunidad y de las numerosas metas educativas establecidas. Por esta razón, los temas serán variados y posiblemente cmbiarán cada año. A continuación se hacen sugerencias para la selección de temas apropiados para unidades de ciencias:

1. Cualquier idea o tema sugerido por los estudiantes tiene la ventaja interna de ser relevante, de actualidad y significativo para los alumnos.
2. Cualquier idea o tema debe motivarlo a usted tanto como a los alumnos. Usted se dará cuenta de que hace un mejor trabajo, se prepara unidades para temas que, en su opinión, son interesantes o de suma importancia para los estudiantes.
3. Basándose en la premisa de que los estudiantes aprenden haciendo y pensando sobre lo que han hecho, la unidad debe prestarse para muchas actividades.
4. Un tema no debe ser muy amplio ni muy reducido. Uno que tome más de dos meses, (un mes para los estudiantes más pequeños) es probablemente muy amplio. Por el contrario, si al discutir el tema surgen muy pocas ideas éste es probablemente muy reducido.
5. El tema debe ser apropiado para la edad y el grado de los estudiantes. La teoría de Piaget puede usarse para tomar estas decisiones.
6. Finalmente, cualquier tema seleccionado debe contribuir a las metas y objetivos del estado, distrito y escuela.

II. Desarrolle el tema

A. Haga una definición preliminar del tema. Escriba una definición o descripción de una o dos páginas acerca de lo que el tema significa para usted. Esto ayuda a garantizar que usted y otros usuarios de la unidad tengan una idea clara del tema.

B. Desarrolle una justificación preliminar. Escriba uno o dos párrafos que expliquen por qué el tema es importante para sus estudiantes en particular. ¿Qué tiene que ofrecerles? Esto ayuda a proveer los criterios para completar los próximos pasos.

C. Escriba metas amplias tentativas. Identifique aquellas que, a su juicio, son las metas amplias de conocimiento, destrezas y actitudes sugeridas por la explicación preliminar.

III. Discuta el tema

A. Discuta todas las ideas relacionadas. Escriba el tema en una hoja de papel y comience a escribir las ideas que éste le sugiere. Osborn (1976) nos proporciona las siguientes sugerencias para facilitar este proceso:

1. Aplace sus juicios. El análisis y las críticas vienen luego.
2. Deje volar su imaginación. Tómelo con calma. Piense en lo fuera de lo común, único o extravagante. No se preocupe por el orden o la secuencia.
3. No se estanque. No espere que llegue la idea. Elabore una nueva de la última que haya dado, variándola de alguna manera.
4. Lo que se quiere en este momento es cantidad, no deje pasar nada.
5. Sea infantil en su modo de pensar. ¿Cómo responderán los estudiantes de su clase al tema? Mejor aún, permita que los estudiantes participen con usted en la discusión. Esto le dará a usted pistas sobre el conocimiento que tienen los estudiantes sobre el tema, así como también para determinar si interés en el tema.

B. Considere añadir y ampliar su discusión del tema con una "visión global del mundo". De acuerdo a McGowan (1987), cualquier cuestión o problema debe ser considerada desde los siguientes sistemas mundiales: ambiental, económico, político, cultural y científico-tecnológico. Si su tema trata sobre una cuestión que tiene un amplio alcance, discuta las posibles relaciones ambientales, políticas y económicas (entre otras).

C. Considere los componentes que relacionan Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Aunque es muy similar a las consideraciones

presentadas arriba, una versión revisada del "modelo de alfabetización científica" de los laboratorios Far West (Mitman, 1987), sugiere que, además de considerar el contenido de ciencia y tecnología, los siguientes componentes relacionados deben ser discutidos: el proceso de razonamiento de la ciencia y la tecnología, el impacto social de la ciencia y la tecnología, el desarrollo histórico-social de la ciencia y la tecnología, y el uso personal de la ciencia y la tecnología en relación con el tema en cuestión.

Tenga en mente, sin embargo, que no todos los componentes descritos arriba van a ser apropiados para todos los temas o para todos los niveles.

IV. Crée una red de ideas para las ideas discutidas

A. Analice, sintetice y categorice las ideas. Eche un vistazo a la lista extensa, y en un pedazo de papel, por separado, junte las que por alguna razón vayan juntas.

B. Identifique los subtemas, subtópicos o "sub-issues" principales que surjan.

C. Comience la red de ideas. Coloque el tema en el centro de una nueva hoja de papel y arregle los espacios para los subtemas en los lugares apropiados en el papel. Dibuje flechas que muestren relaciones potenciales entre subtemas.

D. Añada a la red de ideas. Vuelva a la lista de puntos para cada subtema. Añada los que usted crea que tienen mérito y conteste las siguientes preguntas para ideas adicionales.

1. ¿Donde está la ciencia, los estudios sociales, las matemáticas, el lenguaje, la lectura, etc.?
2. ¿Qué libros, historias, canciones, música y juegos infantiles se relacionan con el tema?
3. ¿Cómo pueden los recursos locales de la escuela, la comunidad y el estado contribuir a la unidad?
4. ¿Qué otros recursos disponibles pueden usarse con subtemas específicos?
5. ¿Quiénes pueden ser recusos disponibles o expertos para la unidad?
6. ¿Hay eventos históricos o futuros que puedan servir como puntos focales?
7. ¿Qué actividades sobre las cuales yo sé algo pueden llevar a cabo mis estudiantes?

E. Rehaga la red de ideas para que incluya solamente las ideas que, en su concepto, son las más apropiadas.

V. Determine el alcance de la unidad

A. Haga una lista de los subtemas, conceptos, destrezas de proceso y actitudes que usted quiera enfatizar.

B. Tome una decisión final sobre cuánto y qué partes de la red de ideas serán usadas en la unidad.

C. Identifique los componentes que relacionan ciencia, tecnología y sociedad (Vea el paso III - C).

D. Piense cuál debería ser la duración de la unidad. La extensión debe corresponder a las necesidades de los estudiantes, a sus intereses, a la disponibilidad de material de recursos, y a la ubicación de esta unidad particular en el contexto total del currículo de ciencias del año.

VI. Investigue y busque recursos para la unidad

A. Recopile información general que sea útil para usted y sus estudiantes. Lea sobre el tema.

B. Recopile ideas para actividades instruccionales, utilizando programas existentes, materiales suplementarios, literatura infantil, medios de comunicación, posibles giras de investigación y conferenciantes.

C. Coleccione materiales y equipo para los estudiantes y para usted.

D. Tome una decisión final sobre la extensión de la unidad.

VII. Determine la secuencia de la unidad

A. Redefina las metas amplias de manera que sean consistentes con los subtemas, conceptos, destrezas de procesos y actitudes identificadas arriba

B. Identifique los prerequisitos --conceptos, destrezas y experiencias-- necesarios para comenzar y participar en la unidad. Estos deben traducirse en actividades instruccionales para ser incluidas en la fase introductoria de la unidad.

C. Identifique los tópicos y las actividades introductorias:

1. Aquellas que satisfacen los requisitos para el conocimiento, destreza y experiencia requeridas para la unidad.
2. Aquellas que **introducen**, a través de experiencias concretas, el tópico, "issue", o problema principal en el cual se enfoca la unidad.

D. Identifique tópicos y actividades apropiadas para la fase de extensión de la unidad. Estas actividades deben **extender** la comprensión que los estudiantes tienen del tema principal de la unidad. Generalmente, los estudiantes tienen la oportunidad de hacer ésto buscando y usando otros ejemplos del tema principal

E. Identifique tópicos y actividades apropiadas para la fase de conclusión de la unidad. Hay dos tipos de actividades de conculsión:

1. Aquellas diseñadas para concluir o cerrar las actividades e ideas comenzadas durante la fase introductoria o de extensión de la unidad.
2. Aquellas diseñadas para permitir que los estudiantes tengan la oportunidad de aplicar sus conocimientos y/o destrezas recién adquiridos a una nueva situación.

F. Crée un "pegamento" para la unidad. El "pegamento" representa aquellas actividades que le dan cohesión la unidad de principio a fin (el "pegamento" es necesario cuando no existe un libro de texto o un manual de trabajo que cumpla éste propósito). Los cuadernos de apuntes de los estudiantes o revistas usadas por ellos, tablones de edictos, proyectos a largo plazo y centros de aprendizaje pueden proveer el "pegamento" necesario para mantener la unidad completa.

G. Crée un diagrama de estructura de la unidad. Este diagrama debe servir de tabla de contenido y a la vez permitir al maestro reconocer de un vistazo la relación entre las actividades y cómo éstas se relacionan con las metas de la unidad. Este diagrama puede incluir la información siguiente: nombre de la lección, metas, componente CTS, modo de aprendizaje, tiempo, y recursos.

VIII. Finalice la unidad

A. Finalice la definición del tema de la unidad.

B. Finalice la justificación del tema.

C. Finalice las metas amplias.

IX . Cree un título paropiado para la unidad

X. Escriba sus planes de clase para cada unidad

XI. Determine los procedimientos para medir y evaluar el éxito de los estudiantes con las metas y objetivos de la unidad

XII. Implemente y evalúe la unidad

Anatomía de una unidad temática

Si usted usa los modelos sugeridos anteriromente, ha seguido doce pasos para crear una unidad temática. Una vez que este proceso se ha completado, el producto final tendrá los siguientes componentes:

I. Página de título

Título de la unidad
Componentes relacionando CTS
Autores, escuelas
Tiempo aproximado

II. Justificación

III. Metas

IV. Red de ideas

V. Diagrama relacionado CTS

VII. Actividades instruccionales

Introductorias
De conclusión
Pegamento

VIII. Procedimientos de evaluación

IX. Apéndices

Ejemplo de un año de unidades temáticas

El enfoque de unidades temáticas descrito coloca al maestro en el centro del proceso de toma de decisiones. Si se usa como un currículo total, se debe asegurar una utilización blanceada de las categorías temáticas de tópico, "issue" problema, concepto, y proceso. También se debe garantizar de que las actividades usadas para enseñar a los alumnos acerca del tema seleccionado sean significativas y relevantes para los alumnos. Un ejemplo del balance de unidades que puede ser el currículo de un grado medio se muestra a continuación:

3 semanas - tema-proceso: **observar** (un ingrediente esencial para el aprendizaje por investigación), **comunicar** (otro ingrediente esencial que trata directamente con el componente de expresión del modelo de instrucción "Brain Compatible" (ver Cohen, et. al. 1989) o **medir métricamente** (que puede ser obligatorio en muchas escuelas, distritos o estados).

3 semanas - tema-concepto: **sistemas** (éste sería seleccionado con referencia textos, intereses de los estudiantes, sus intereses, y sucesos de actualidad). Este tema se presta para todas las ramas de la ciencia y para muchas de las ciencias sociales.

3 semanas - tema-proceso: **predecir, recoger datos, experimentar y hacer gráficas** (estas son destrezas adicionales necesarias para la fase experimental del aprendizaje por investigación y provee las experiencias requeridas para futuras unidades temáticas.

5 semanas - tema-"issue": **la planta nuclear generatriz de Palo Verde** (u otra cuestión de importancia para sus estudiantes o su localidad). Aquí los estudiantes tendrán la oportunidad de utilizar algunas de las destrezas y conceptos previamente adquiridos para entender una cuestión de importancia, y podrán comenzar a tomar posición.

5 semanas - tema-tópico: **el desierto de Sonora,** u otra área geográfica apropiada. Si es posible debe incluirse una salida de dos días y noches a un centro de aprendizaje al aire libre, con actividad de conclusión o de generalización.

5 semanas - tema-problema: abierto y planeado en conjunto por el maestro y los estudiantes. Cada estudiante o grupo pequeño de estudiantes será responsable de aprender y luego informar sobre alguna porción del problema. Como clase, los estudiantes deberán identificar soluciones posibles al problema, evaluar las consecuencias de cada enfoque, seleccionar el enfoque más apropiado y proceder de acuerdo con lo sugerido.

Referencias

Cohen, Herbert G., Horak, Willis J. y Staley, Frederick A. (1989) *Teaching Science as a Decision Making Process.* Kendall/Hunt Publishing Co., DeBuque, Iowa.

Hickman, Faith. M. (1984), "A Case Study of Innovation" en *Redesigning Science and Technology Education.* 1984 Yearbook of

the National Science Teachers Association, Washington, D.C.: NSTA.

McGowan, Patrick (1987), *STS with a World Systems View.* Charla ofrecida en la *World's Future Conference* , Phoenix, Arizona: School-Industry-Community STS Project.

Mitman, Alexis. L., Marchran, V.A., and Mergendoller, John R. (1987), *The Teaching of Scientific Literacy Inservice Program.* Far West Laboratory, San Francisco.

Osborn, A. (1976), *Applied Imaginaton* citado en *The Universal Traveler.* Don Koberg y Jim Bognall, William Kanfmann Press, Los Altos California,.

Estado de Nueva York (1986), *Block J STS Module.* Albany, The University of the State of new York y el New York State Department of Education, Albany, NY.

Este material se basa en trabajos realizados bajo el auspicio de la *National Science Foundation*, a través del Auxilio No. TEI-8751239. Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas en este artículo son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación.

LAS RELACIONES ESCUELA - COMUNIDAD Y SU INFLUENCIA EN LA EDUCACION EN VALORES EN CTS

Leonard J. Waks
The Pennsylvania State University

Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) es una innovación diseñada para promover una amplia alfabetización científico-tecnológica, de manera que los ciudadanos tengan el poder de tomar decisiones responsables, relativas a las cuestiones tecnológicas predominantes en la sociedad contemporánea. Ejemplos de tales cuestiones son la contaminación ambiental, el agotamiento de los recursos, la amenaza de guerra nuclear, la liberación de organismos manipulados genéticamente, el deterioro de la calidad del trabajo a causa de la automatización, y así sucesivamente. La educación CTS es un intento por crear una ciudadanía democrática, con el conocimiento científico-tecnológico y la sofisticación política necesarias para el manejo responsable de tales cuestiones.

La educación CTS puede organizarse en términos de un "ciclo de responsabilidad", que puede repetirse en cada nivel educativo (ver "El Ciclo de Responsabilidad", en este mismo volumen). El ciclo comienza fomentando actitudes de responsabilidad social y personal, se mueve a través del estudio de problemas, la toma de decisiones, y la acción responsable, y finaliza con la ubicación de cada cuestión específica en el contexto más amplio de la ciencia y la tecnología en la sociedad, incluyendo una toma de posición con respecto a cuestiones de ética y valores. La ética y los valores son inherentes a todos los problemas CTS, porque la tecnología en sí misma está cargada de valores. Cualquier proceso de selección de una tecnología envuelve la utilización de medios para lograr propósitos y metas, y cada medio tecnológico trae consigo costos y beneficios, algunos de los cuales son impredecibles y aún completamente inesperados.

Consideremos algunos ejemplos familiares: Si introducimos una defensa espacial, es posible que ganemos en seguridad nacional; pero también es posible que este descubrimiento signifique una escalada en la carrera armamentista y termine por traer mayor inseguridad. Si las nuevas tecnologías del trabajo hacen la labor más productiva, algunas destrezas que tomaron años en desarrollarse se volverán obsoletas. Si seguimos adelante con la ingeniería genética, es posible que se desarrollen nuevas cosechas para aliviar el hambre, pero también es posible que se introduzcan al ambiente nuevos organismos, que tengan efectos destructivos. Las nuevas tecnologías siempre prometen

---

Este artículo fue traducido, con autorización del autor, por Waldemar López Piñeiro, en colaboración con Margarita Peña Borrero. Original en inglés, 1988. Leonard Waks es Profesor de *Science, Technology and Society* (Pennsylvania State University, University Park, PA 16802).

beneficios para algunos, pero, al mismo tiempo, amenazan a otros con nuevos riesgos. ¿De qué podrá la sociedad regular la tecnología? ¿Cómo podemos proteger y promover el bien de todos? ¿Y quién va a tomar las decisiones?

En años recientes algunos analistas sociales han afirmado que la tecnología tiene sus propias leyes de desarrollo, las cuales han rebasado la capacidad de las personas --sean éstas ciudadanos que actúan a través de instituciones democráticas, o élites técnicas y administrativas-- para decidir su destino. Los educadores CTS rechazan esta posición "determinista", y argumentan que las personas pueden y deben decidir. Sin embargo, conjuntamente con su fe en la democracia, reconocen la necesidad de una reforma fundamental en las metas y métodos educativos asociados tanto con el conocimiento, como con las actitudes. Como están las cosas hoy por hoy, muy pocos ciudadanos pueden entender la ciencia o la ingeniería que está envuelta en, por ejemplo, la defensa estratégica en el espacio, o la liberación de organismos de ADN recombinante al ambiente. Pocos tienen la sofisticación política necesaria para tratar con estos asuntos efectivamente, a través de la acción democrática. Esto conduce a las personas a asumir actitudes emotivas mal informadas, o a marginarse por completo de la toma de decisiones, dejándolo todo en manos de quienes se encargan de formular políticas. De cualquier modo, el analfabetismo científico y tecnológico general conduce a lo que Kenneth Prewitt (1983) ha llamado una "crisis de la democracia".

CTS busca resolver esta crisis. Desde el punto de vista de los valores, los educadores CTS están tienen un doble compromiso: la formación de una ética de la responsabilidad, y la promoción de una amplia participación en la resolución de problemas relacionados con la tecnología, a través de procesos democráticos. Los educadores CTS buscan incrementar el número y la sofisticación de los ciudadanos concientes , esto es, de aquellos que prestan atención a, y se preocupan por, los problemas tecnológicos en la sociedad. CTS puede verse como un incremento del conocimiento científico y tecnológico, y como lo que Prewitt ha llamado el "sentido común" científico, es decir la comprensión de cómo los la ciencia y la tecnología influyen en la política y en la administración, de modo que uno pueda convertirse en un agente efectivo en estos campos. Una persona con este tipo de "sentido común" sería capaz, por ejemplo, de comprender el problema del tratamiento del cáncer tal como es presentado en los contextos científico y político, es decir, sería capaz de comprender, y tomar parte en, el debate sobre la asignación de fondos para investigación.

Areas potenciales de preocupación comunitaria

Cuando se implementa la la educación CTS en los distritos escolares, es posible anticipar posibles preocupaciones y fuentes de controversia en la comunidad, incluyendo (1) el contenido controversial del currículo, (2) el énfasis en la acción estudiantil, y (3) la búsqueda de certeza en un mundo incierto.

Contenido controversial del currículo

Primero, fuera de contexto, elementos específicos de contenido en el currículo CTS pueden provocar controversia. Las unidades CTS deben tratar de presentar de manera equilibrada las distintas posiciones en el debate (criterio 4). Los educadores CTS están convencidos de que una parte esencial del pensar por uno mismo es pensar junto con, y evaluando los puntos de vista de, quienes están envueltos en la discusión de los problemas. Sin embargo, esto se presta para separar un elemento de ese currículo balanceado, y convertirlo en objeto de ataque, como si este elemento se sostuviera por sí mismo, como si la totalidad del currículo abogara por una sola posición en en la controversia. Debido a que todas las unidades CTS deben contemplar argumentos opuestos, éstas eso son vulnerables a este tipo de ataques injustos.

Alentando la acción social responsable

Segundo, las decisiones de los estudiantes sobre los problemas CTS serán truncas e ineficaces, si no se traducen en acción responsable. Es por eso que los educadores CTS alientan a los estudiantes a proceder, frecuentemente en asociación con organizaciones comunitarias. En algunos casos, hay un amplio consenso en toda la comunidad sobre los pasos que deben seguirse para actuar. Por ejemplo, muchas comunidades se encuentran ahora envueltas en proyectos de limpieza de ríos, apoyados por líderes ambientalistas e industriales. Esfuerzos CTS han sido integrados a proyectos tales como los de las cuencas de los ríos Rouge, Chesapeake, y Schulkill, en los Estados Unidos. Pero muchos problemas CTS dividen a la comunidad. Para que las escuelas puedan promover la acción responsable como parte del aprendizaje, es necesario que tengan una justificación clara, y dispongan de canales apropiados de comunicación, para hacer posible la comprensión del problema por parte de la comunidad, y se logre su apoyo. Los maestros y los administradores deben pues desarrollar guías claras para regular las relaciones entre las escuelas y las organizaciones comunitarias.

La búsqueda de la certeza

Tercero, los problemas CTS ponen al descubierto todas las ansiedades que existen en mundo incierto, para las cuales no hay una

solución sabia. Algunos ciudadanos tratan de resolver esta ansiedad buscando un sentido de certeza en las autoridades científicas, técnicas, educacionales o religiosas. Pero los problemas CTS son complejos y "pobremente estructurados". Puede haber ocasiones en las cuales no haya respuestas "correctas", y aun si las hay, éstas son muy difíciles de encontrar. También hay desacuerdos acerca de cuáles son los métodos apropiados para hallar respuestas aceptables, y aun acerca de cuál es la pregunta correcta. Los educadores CTS reconocen que los ciudadanos comunes en todas las fases de la vida deben desarrollar una capacidad creciente para resolver, por sí mismos--individualmente o como agrupación política-- tales problemas.

En la educación CTS, la información y el conocimiento están separados de la certeza absoluta. Ningún sabio -- sea éste un científico o un ingeniero en su bata blanca de laboratorio, o un líder religioso o político benévolo, o un maestro-- sabe lo que es correcto o lo que es mejor. La responsabilidad de pensar pasa al ciudadano. En efecto, el estudio de los problemas CTS nos muestra, con una claridad ineludible, lo poco que se sabe sobre cosas de gran importancia, o cuán poco confiables e indignos de confianza pueden ser los líderes, tanto científicos como políticos. Consideremos, por ejemplo, los casos de Three Mile Island, el Challenger, y la liberación del organismo, *"ice-minus"* al ambiente.

Los educadores CTS creen que la mejor solución para el problema de la incertidumbre es no escudar a los líderes políticos en imágenes irreales de competencia y autoridad, sin importar qué tan confiables parezcan ser. En su lugar, los educadores CTS buscan incrementar la comprensión científica y técnica, y construir en los estudiantes una experiencia propia de autoridad personal, para que puedan tomar decisiones (con toda la angustia que ésto trae consigo), basadas en su mejor reflexión sobre el problema. CTS es, en un sentido, un intento por incluir todos llas fuentes posibles de pautas y directrices, cosa que puede lograr por su carácter interdisciplinario. Al final, las decisiones deberán descansar en la integridad de los ciudadanos y en su voluntad para aceptar la responsabilidad, así como en la evidencia objetiva y en los procesos racionales de decisión. Esto requiere la completa integración de la dimensión ética en el currículo de ciencia y tecnología.

Por supuesto, habrá preocupaciones, indecisión, hasta escepticismo en la comunidad, con respecto al contenido y los métodos fundamentales de CTS. Se aconseja que los educadores se preparen cuidadosamente para el proceso de implementación. En años recientes, miembros de algunas comunidades han sido capaces de obstaculizar reformas escolares enfocadas tanto en el contenido como en los métodos instruccionales y diseñadas para fomentar la reflexión de los estudiantes sobre sus creencias y convicciones, y la toma de decisones basada en esta reflexión, y en su experiencia

personal: salones de clase abiertos, métodos de investigación, educación afectiva y de valores, educación global. Los educadores CTS tienen mucho que conocer bien los problemas que se han presentado anteriormente en los procesos de reforma educativa. A continuación, se presentan algunos principios y pautas para manejar un posible conflicto con la comunidad en torno a la educación social. Para éso, me he basado principalmente en un conjunto de pautas formuladas previamente (Foshay, 1974).

Tres principios

Tres principios, todos ellos anclados en la naturaleza y tradiciones de la escuela pública en nuestra sociedad, pueden guiar a los educadores interesados en implementar CTS en las escuelas locales. Me referiré a estos como los principios de **control de la comunidad**, **desarrollo integral del individuo**, y **la razón en controversia**.

El principio del control de la comunidad

Las escuelas se encuentran bajo el control de la comunidad, y los miembros de la comunidad tienen el derecho de conocer en detalle las metas, métodos y contenido de las innovaciones educativas propuestas, para que puedan participar, responsablemente, en la dirección de la educación en la comunidad.

Aunque el apoyo explícito de las organizaciones profesionales y de los departamentos de ducación estatales a la educación CTS es útil y necesario, éste no es suficiente. La implementación de CTS se hace bajo la dirección y el control de los distritos escolares locales. Si CTS pretende convertirse en un elemento vital en las escuelas, los educadores deben presentar un argumento claro y atractivo sobre lo que CTS significa para la comunidad, anticipando y sus posibles preocupaciones y reservas y, simultaneamente, buscando su apoyo.

Si esperan encontrar apoyo, los distritos escolares deben desarrollar, inicialmente, una base local de conocimiento experto en CTS. Para desarrollar esta capacidad, se sugieren varios pasos de acción.

Primero, los administradores escolares y los maestros envueltos en CTS, necesitan informarse bien sobre la justificación, metas, métodos y contenido de la educación CTS. Esto significa que los líderes de la escuela deben dominar por completo los argumentos de apoyo de las organizaciones profesionales, tales como la NSTA y la NABT, y las metas y objetivos impulsados por su propio estado y por otros estados. Deben estar completamente informados sobre los esfuerzos de proyectos nacionales de reforma curricular, tales como BSCS y S-STS, así como sobre los materiales publicados comercialmente y sobre aquellos producidos con el apoyo de la

industria y varios grupos de interés. Deben conocer también los estudios de investigación que apoyan la innovación, los cuales, a su vez, deben ponerse en conocimiento del público en general.

Segundo, aunque CTS comparte con la educación en valores y la educación afectiva una dimensión de "procesos", debe basarse en una comprensión científica y técnica. Por esta razón, se sugiere que los maestros participantes adquieran y demuestren un conocimiento considerable de problemas CTS específicos, de modo que el programa pueda presentarse al público de manera concreta y convincente.

Para el desarrollo de esta capacidad, se recomienda la formación de "equipos interdisciplinarios CTS" dentro del distrito, seleccionados de varios grados, y asignaturas. Estos equipos tendrán la responsabilidad, bajo la supervisión de los líderes administrativos, de implementar CTS en el distrito, incluyendo la selección de contenido, la secuencia de unidades de instrucción, el entrenamiento de personal de enseñanza, y las políticas para la evaluación del aprendizaje. Los miembros de estos equipos tendrán la responsabilidad de convertirse en expertos en educación CTS, y de informar a los líderes administrativos. Este conocimiento experto hará de los maestros un recurso valioso durante la comunicación con los miembros y los líderes de la comunidad.

Para realzar su conocimiento de base con respecto al contenido de CTS, se debe promover la formación de grupos de estudio para investigar "issues"* CTS. También se podría invitar a miembros de organizaciones comunitarias interesadas en estos problemas (por ejemplo grupos ambientalistas, organizaciones laborales, grupos de las iglesias), a ser parte del grupo. Los grupos pueden tener un un facilitador local, o pueden estar dirigidos por personal universitario. Además, estos grupos deberán estar dispuestos a trabajar "a la antigua", en su propio tiempo y costeando sus gastos, aunque también podrán obtener por ello bonificaciones,tiempo libre, o créditos universitarios, a través de fondos de las agencias gubernamentales estatales o federales o de la industria local.

Una vez que existe un nivel apropiado de conocimiento sobre CTS, los líderes del distrito, y los maestros, deben estar dispuestos a usarlo efectivamente en su interacción con los miembros de la comunidad. Ningún elemento del programa debe ocultársele la comunidad con el pretexto de evitar preocupaciones y reacciones, o porque "nosotros sabemos más que ellos". El conocimento experto de temas educativos nunca debe usarse como escudo protector contra las

---

* La palabra "issue" se ha mantenido en algunas partes de este texto, a falta de una palabra castellana que exprese el significado exacto de lo que se quiere expresar en el artículo. Una posible traducción sería "cuestiones", pero esta palabra no tiene la connotación de controversia que sí contiene la expresión "issue".

preocupaciones y dudas de la comunidad. Tales tácticas empujan a quienes están verdaderamente preocupados (la mayoría), a unirse a la minoría indiferente, y crea una barrera para la implementación. El educador CTS que busca promover la participación responsable de la comunidad, deberá comenzar por comprometerse a "mantener su casa limpia", libre de la propaganda emotiva sobre los supuestos beneficios de la complicada jerga educacional, y de la diseminación selectiva de los datos de investigación relevantes.

El principio del desarrollo integral de la persona

Las escuelas comparten con otras instituciones la responsabilidad por el desarrollo integral de la persona, como individuo y miembro de la sociedad, y tienen una responsabilidad especial en lo relativo a la dimensión cognoscitiva.

Los educadores tienen que trazar una ruta intermedia entre imponer un monopolio radical sobre todo el aprendizaje, por un lado, y retirarse a un academicismo de "torre de marfil", por el otro. Las escuelas comparten con otras instituciones de la sociedad la responsabilidad por el desarrollo integral de la persona, como individuo y miembro de la sociedad. De manera general, podemos dividir las metas tradicionales de la escuela en cuatro conjuntos de metas, (1) personales, (2) académicas, (3) vocacionales y (4) sociales. La responsabilidad por el desarrollo personal (moral y sicológico) es compartida con las familia, las iglesias, las organizaciones juveniles, las profesiones de la salud, etc. La responsabilidad por la transmisión de conocimiento se comparte con las instituciones culturales y los medios de comunicación. La responsabilidad por la educación social y política se comparte con los líderes y organizaciones políticos, organizaciones laborales, y con grupos comunitarios.

Las escuelas no deben descuidar ni adueñarse de ninguna de éstas responsabilidades. No pueden eludir el tratamiento de problemas tecnológicos que afectan la vida de los estudiantes, con el pretexto de que que eso no es de su incumbencia. Este es el "principio de Nerón", tocar el violín mientras el mundo se ahoga en contaminantes, explota en una nube nuclear, o progresa hacia un campo de concentración automatizado, en tanto que la ciudadanía se mantiene ignorante e incapaz de actuar. Por otra parte, las esculas no pueden arrebatar a otras instituciones (e.g. iglesias, grupos juveniles, grupos comunitarios, grupos ambientalistas) su rol legítimos en la educación de la juventud. En lugar de ésto, cada distrito deberá identificar y poner en práctica roles apropiados en todas éstas áreas, y establecer sus relaciones cooperativas apropiadas con otras instituciones sociales,

Esto ha sido reconocido por los distintos distritos escolares, en sus planteamientos sobre "filosofía de la educación" o en sus "propósitos y metas". La implementación de CTS no implica ampliar la

filosofía y propósitos de las escuelas locales, sino que puede conducir a una indagación sobre las implicaciones reales de tales planteamientos de plantamientos.

La escuela pública, sin embargo, tiene una doble papel: tiene la responsabilidad primordial por el desarrollo cognoscitivo, por el desarrollo de las facultades de pensamiento y razonamiento de cada estudiante, y debe permitir que este aprendizaje se refleje en el aspecto académico y en las dimensiones personal, vocacional y social del estudiante. Nuestras tradiciones progresistas y humanistas respaldan a las escuelas el cumplimiento de esta función. Pero para cumplirla completamente, los líderes escolares y los maestros necesitan, y reclaman, libertad académica. La comunidad no debe restringir el acceso del estudiante a información o a formas de pensar. Ningún método inquisitivo se encuentra por fuera de los límites de la escuela, incluyendo, por ejemplo, pruebas químicas de suelos y agua para establecer grados de contaminación ambiental, entrevistas y encuestas a la comunidad que puedan revelar ignorancia y apatía y malestar, o provocar divisiones profundas en la comunidad.

Y la escuela pública tiene una responsabilidad muy importante por inculcar valores, actitudes y destrezas de participación democrática en los procesos de toma de decisiones de nuestra sociedad (Gutmann, 1987).

Como ya se ha indicado, habrá siempre miembros de la comunidad que rechacen la idea de que los jóvenes deben ser educados para pensar por sí mismos con respecto a cuestiones de hecho y a juicios políticos. Estas personas creen que a los jóvenes se les debe decir lo que deben creer y hacer, y reaccionan instintivamente en contra de todas las tendencias democráticas en la educación pública. Frente a este desafío, los educadores deberán proteger su libertad académica básica. De otra manera, como dice Forshay, se destruiría la educación y se amenazaría la existencia misma de nuestras instituciones Esto no es fácil en comunidades divididas con respecto las prácticas escolares. Pero la carga puede reducirse con una preparación cuidadosa, y las pautas que se presentan en este artículo pueden ser útiles para dirigir éste proceso.

El principio de la razón en controversia

Con respecto a la controversia en la comunidad, el rol principal de las escuelas es el integrar el pensamiento y el razonamiento sobre los problemas. Las escuelas no existen para provocar controversias en la comunidad, pero tampoco deben rehuirlas.

La educación no es adoctrinación, y las escuelas deben evitar que se las perciba como "enemigas", que toman partido en los problemas que dividen a la comunidad. Los educadores CTS rechazan unidades

de currículo que sólo presentan un lado, que no exponen todos los puntos de vista con relación a problemas tecnológicos. Personalmente, el educador CTS puede preferir la energía solar a la nuclear, una dieta más baja en grasas a la recomendada por la industria de la leche, una restricción mayor en nuevas tecnologías de reproducción humana. Pero limitarse a defender esas posiciones, sin importar su fundamento científico, no es apropiado; simplemente no es educación CTS (ver el criterio cuatro).

Esto no significa que CTS es "neutral". La educación CTS se basa en dos postulados básicos de valores: una ética de responsabilidad personal y social, y la promoción de la participación amplia en el proceso democrático de toma de decisiones.Una efectiva educación CTS transmite estos valores a los estudiantes, insistiendo enérgicamente para que sientan que "ellos son el mundo", que una de las fuentes más profundas de significado en sus vidas es la protección del ambiente y la calidad de vida mediante decisiones propias y participación informada en las decisiones colectivas.

Pero estos compromisos se realizan a través de actividades educacionales, razón por la cual ellos deben integrarse con el compromiso primario para el pleno desarollo de las facultades de pensamiento y razonamiento. Cuando la controversia se vuelca sobre las escuelas, éstas tienen la oportunidad única de determinar un camino entre defender y evitar. Los educadores CTS pueden aprovechar las oportunidades presentadas por la controversia. Antes de que los jóvenes se envuelvan en la lucha expresando sus puntos de vista, puede alentárselos para que investiguen el problema e identifiquen las posiciones en conflicto: ¿Se encuentran estas posiciones presentadas claramente o en forma de frases emotivas? ¿Están los reclamos de cada grupo bien fundamentados, o se basan en evidencia inadecuada? ¿Están las partes "jugando limpio", o usan tácticas que deban ser rechazadas por un público democrático?

Las escuelas no lograrán reducir la controversia en la comunidad a un mero contenido académico, por ejemplo, convertir la batalla sobre la planta de municiones nucleares en el pueblo en algo tan estéril como las "lecciones de Egipto". Y no deben intentarlo siquiera. En lugar de ésto, una vez se ha establecido un clima decente de estudio, las investigaciones deben apuntar hacia los aspectos decisiorios. ¿Cuál es el problema real? ¿Cuáles son las posibles soluciones? ¿Qué se puede hacer? Y entonces, en conjunto con los varios grupos comunitarios envueltos, se debe alentar a la gente joven a actuar, a ser "parte de la solución". Como ha dicho Ernest Boyer recientemente, nuestros estudiantes no son los ciudadanos del futuro sino nuestros ciudadanos jóvenes.

Hasta ahora hemos afirmado que las escuelas se encuentran sujetas al control local, y que CTS debe ser implementado por personal local. Las escuelas comparten la responsabilidad del desarrollo integral de los jóvenes, y tienen una responsabilidad especial por su desarrollo cognoscitivo, social y político completo. Por eso deben proteger la libertad académica básica. Las escuelas no antagonizan a la comunidad. En lugar rehuir las controversias, pueden usarlas para ayudar a desarrollar en los estudiantes las facultades de pensamiento. Estos principios, procedentes de nuestra tradición educativa, nos ayudan a formular guías para marcar el camino para la implementación dela educación CTS en las escuelas.

Antes de comenzar

(1) Conozca a la comunidad

La primera medida preventiva en la reforma educacional es conocer a la comunidad. Esto permite al personal del distrito entender lo que le importa a diferentes grupos, y así saber qué esfuerzos educativos serán considerados valiosos, amenazantes, etc. Este conocimiento también provee ideas valiosas para dar forma al proceso de reforma (esto es, la selección de problemas CTS de investigación), así como una advertencia sobre sobre problemas que puedan presentarse en la implementación de la reforma.

Para CTS en particular, conocer a la comunidad significa el establecer relaciones y mantener comunicaciones con los líderes y personas que influencian la opinión, y conocer los problemas tecnológicos que están afectando la vida de la comunidad.

Los miembros de la facultad identificados como CTS (en el mejor de los casos, miembros de un equipo interdisciplinario CTS, seleccionado por la administración) deben verse a sí mismos como un grupo comprometido que mira hacia adelante, deseoso de hacer un esfuerzo extra, trabajando fuera de los límites disciplinarios y proyectándose hacia la comunidad.

Este grupo puede lograr un conocimiento de la comunidad mediate la creación de vínculos con organizaciones comunitarias influyentes, ya sea como miembros o como personal escolar interesado. A través del proceso de implementación, aquellos comprometidos más directamente en el distrito escolar sabrán, o serán capaces de, reconocer más rapidamente las preocupaciones de las personas que dan forma a las opiniones de la comunidad. De este

modo, podrán evitar el provocar accidentalmente la oposición. Y si existen preocupaciones, las relaciones anteriores crean oportunidades para un proceso de resolución justo y razonable, antes de que las posiciones se afiancen y las emociones dominen la discusión.

En el mejor de los casos, la facultad CTS participará también en un grupo de estudio CTS, y una preocupación central del grupo debe ser el estudio de los problemas tecnológicos que afectan a la comunidad local, por ejemplo, la calidad del agua, la automatización de fábricas que implique el despido de empleados, políticas de uso de tierras, etc. Los miembros de tales grupos de estudio son un recurso invaluable para el distrito. Por su abilidad para discutir los "issues" de la comunidad de forma responsable e informada, constituyen algo así como un "argumento ambulante" en favor de la educación CTS.

(2) Estudie las políticas locales para, y los historiales de casos de, el manejo de materiales nuevos o controversiales.

Como mencionamos anteriormente, todo distrito escolar local puede experimentar de vez en cuando oposición a un currículo que promueva que los estudiantes "piensen por sí mismos". Habrá muchos más miembros de la comunidad, posiblemente una mayoría, que tenga preocupaciones legítimas, y si éstas no se manejan adecuadamente, el nuevo programa va a fracasar. Cada distrito tendrá una historia de oposición a sus programas, y debe tener en sus políticas pautas para la libertad académica y la censura, incluyendo el manejo de métodos y materiales instruccionales controversiales.

Por razones que ya hemos discutido, es de esperarse que la educación CTS despierte preocupaciones y oposición. Los educadores CTS deben anticiparse a esa posibilidad, y familiarizarse tanto con las guías explícitas en las políticas, como con las historias de los casos. Si no existen políticas escritas, los educadores CTS deben tomar la delantera en desarrollarlas como un paso preliminar para la implantación de CTS.

Se sugieren cuatro pasos de acción. (1) Buscar y estudiar las políticas existentes; (2) explorar las implicaciones específicas para CTS; (3) dentro del programa de CTS, desarrollar guías claras para la adopción y utilización de materiales instruccionales y para la selección de tópicos CTS, y (4) desarrollar guías específicas regulando la relación entre el programa académico de la escuela y las actividades de organizaciones basadas en la comunidad.

La definición del equipo de trabajo de *S-STS* de la educación CTS, la estructura de currículo desarrollada por el "*Social Science Education Consortium* ", las declaraciones de apoyo de las asociaciones profesionales de maestros, y los mandatos del departamento de educación del estado, deben tener un rol central en el desarrollo de

tales guías, y proveer apoyo externo de las autoridades para los esfuerzos de los programas locales.

Introduciendo el Programa CTS

(3) Comprometa a tiempo a la comunidad

Las escuelas se encuentran bajo el control de la comunidad local, y los miembros de la comunidad tienen todo el derecho de ser informados acerca de, y envueltos en, la implementación de CTS, (principio uno).

Temprano en el proceso de implementación, el distrito debe comenzar a dialogar con la comunidad. Varias formas son apropiadas en circunstancias locales, tales como almuerzos de trabajo con los administradores y líderes de la comunidad, y reuniones públicas bien anunciadas abiertas al público en general. Estas reuniones deben ser diálogos, no solamente comunicaciones en una sola dirección para "informar al público". Los temas deben incluir la justificación básica y las metas de la educación CTS, su relación con la filosofía y metas del distrito, el apoyo recibido de las organizaciones profesionales nacionales y, donde sean aplicables, los mandatos del departamento de educación del estado. Una lección puede ser presentada como un ejemplo claro del tipo de métodos y contenido que se pueden esperar en CTS. Los materiales instruccionales que se están considerando para adopción deben ser mostrados y explicados. Cuando se ha logrado un apoyo a través de comunicaciones personales, los líderes de las organizaciones de padres, la industria local, las uniones laborales, los Scouts, y otras organizaciones basadas en la comunidad, pueden ser útilmente envueltos en tales reuniones.

Las reuniones deben incluir oportunidades para comentarios y para expresar preocupaciones y críticas, sin importar qué tan prematuras o mal informadas estén. Deben evitarse reclamos exagerados sobre el valor o beneficios de CTS, pues en vez de dar seguridad a quienes todavá dudan, pueden provocar oposición. En lugar de ésto, pueden presentarse datos de investigación e informes anecdóticos de otros distritos, que apunten sobriamente tanto a los beneficios, como a problemas potenciales. La simpleza deve ser la regla. CTS no debe presentarse como una solucción mágica para los problemas educacionales, sino como un medio muy útil, consistente con la filosofía del distrito, para "mantenerse al día con nuestra cambiante sociedad tecnológica".

(4) Trate de anticipar áreas de controversia.

Como indicamos, CTS es vulnerable a que se ataquen sus contenidos y sus métodos. Por tratar con problemas controversiales y estudiar posiciones opuestas, CTS es inmediatamente controversial. Al fomentar que los estudiantes piensen por sí mismos y actúen en la comunidad, sin importar qué tan responsablemente, se puede esperar que CTS despierte las preocupaciones de muchos y la oposición activa de la minoría anti-democrática.

Las áreas potenciales de controversia no son difíciles de identificar. De hecho, la primera línea de oposición pueden ser los mismos maestros, pues ellos se dan cuenta del arduo trabajo que CTS representa, y pueden facilmente identificar áreas potenciales de peligro que justifiquen detener la innovación. Esta forma de pensar es reactiva, y puede enfrentarse con explicaciones claras de las metas y objetivos, y con lecciones modelo y buenos materiales instruccionales.

El mejor acercamiento a los miembros de la comunidad incluye el establecimiento de buenas relaciones, y la comunicación clara sobre la innovación propuesta (guías uno y tres), seguida de una actitud abierta, una voluntad de escuchar las preocupaciones y tomarlas en serio, y asegurar que la instrucción será ordenada, efectiva, y balanceada, es decir, no prejuiciada en contra de sus posiciones o valores. Las siguientes pautas se enfocarán en pasos más adelantados si éstos demuestran ser inadecuados.

(5) Prepárese para convertir los problemas de la comunidad en aprendizaje comunitario valioso.

La escuela no es un enemigo que toma partido y provoca controversia, ahondando aún más las divisiones de la comunidad. Cuando las emociones alrededor de un problema son tan altas que cualquier alusión a éste, sin importar cuán benigna sea, sólo inflama las pasiones, se puede recomendar que las escuelas seleccionen temas menos controversiales. Sin embargo, existe la posibilidad de utilizarlas para convertir la controversia existente en oportunidades para el aprendizaje comunitario.

La Fundación Kettering auspicia un programa de *National Isuues Forums*, (foros nacionales sobre problemas), que utiliza un formato de reunión para presentar varios puntos de vista y envolver a los ciudadanos en la toma de decisiones. Algunas comunidades locales han adaptado este tipo de formato para los problemas locales, preparando materiales impresos y cintas de video, presentando la información técnica y científica básica, así como las posiciones que defienden cada una de las partes en conflicto. Los distritos escolares pueden tomar la delantera en auspiciar foros locales sobre problemas CTS, en los cuales los maestros de CTS jugarían un papel primordial como organizadores

y proveedores de información básica, y como facilitadores de discusiones que preparen para la toma de decisiones en la comunidad (por ejemplo, votar en un referéndum). La preparación de tales foros puede centrar las actividades de aprendizaje CTS en los salones de clase, y actuar como un puente entre los estudiantes y los miembros de la comunidad. El formato de foro permite también estructurar unidades CTS, diseñadas específicamente para escolares. Los foros de "issues" CTS pueden resultar directamente beneficiosos para la comunidad, y demostrar efectivamente el valor de la educación CTS.

(6) Comience con programas piloto y demostrativos, antes de expandirse a través del distrito.

Hay una resistencia natural a "reinventar la rueda". Sin embargo, la educación CTS debe ser implementada a nivel local, por maestros locales, de acuerdo con las tradiciones y expectativas locales (principio uno), y eso significa que debe ser "re-inventada" dondequiera que se implemente. Si se entregan a los maestros materiales CTS desarrollados en otro lugar, y meramente se les dice que los usen, la reforma será, en el mejor de los casos, superficial. Los maestros deben dar algo de sí en los materiales, adaptarlos y modificarlos para beneficiarse de su saber y de su estilo de enseñar, así como de su conocimiento de las circunstancias locales.

Esto favorece un proceso de implementación en varios pasos. Comience por identificar maestros que se encuentran informados y listos para darle una oportunidad a CTS. Provéales entrenamiento, y conéctelos a fuentes de información y apoyo más allá del distrito. Haga de estos esfuerzos piloto experimentos genuinos, recogiendo datos cualitativos y cuantitativos acerca de actividades y resultados para evaluar CTS. En una etapa posterior, estos proyectos piloto pueden ser calificados como exitosos, y transformados en proyectos demostrativos. Las fortalezas y posibles problemas pueden entonces comunicarse a otros maestros en el distrito, quienes, al tomar conciencia de las ventajas, pueden mostrarse dispuestos, si no ansiosos de adoptar CTS en sus salones de clase. Una presentación balanceada de una historia existosa (especialmente una en la cual toda la comunidad se haya envuelto desde el principio), significará más para los maestros locales y para los miembros de la comunidad que cualquier modelo o información nacional.

(7) Cuando se usen materiales distribuídos nacionalmente, publicados comercialmente, o auspiciados por las industrias, establezaca contactos con la fuente y consúltelos con relación a la utilización y la modificación de los materiales.

Cuando la idea CTS sea presentada a la comunidad, es importante hacer énfasis en que las unidades CTS siempre proporcionan un balance de puntos de vista opuestos. Sin embargo, es

muy fácil para un ciudadano atacar un elemento del currículo, sacándolo de su contexto. Por ejemplo, no sería apropiado presentar una unidad CTS sobre biotecnología sin incluir las aseveraciones de posición de activistas anti-biotecnologías tales como Jeremy Rifkin. Pero eso hace posible que alguien haga un ataque diciendo que "ustedes están enseñando a Rifkin en nuestras escuelas".

En tanto que una defensa emotiva por parte del maestro atacado puede ser inefectiva, afirmaciones autorizadas procedentes de la organización que elaboró el currículo o los materiales, sobre el papel del contenido controversial en la presentación balanceada de un tópico, pueden dar más confianza. En vez de reaccionar defensivamente, el personal del distrito puede escuchar las preocupaciones, intentar resolver el problema a través del diálogo razonable, y prometer "considerarlo con detenimiento" si ésto falla. Además, puede compartirse con el público información de la organización fuente. Una táctica similar puede ser empleada cuando algunos miembros de la comunidad exigen que se remuevan elementos específicos, necesarios para una presentación balanceada del problema. Aseveraciones de la organización fuente sobre la necesidad de esos componentes para el balance instruccional y la efectividad, pueden ayudar a ganar el apoyo en una batalla sobre la libertad académica.

(8) Explore factores que puedan ayudar o impedir la implementación.

Los elementos claves que ayudan la implementación incluyen: (i) identificación de personal clave del distrito y establecimiento de grupos de trabajo o "equipos", (ii) búsqueda temprana de apoyo en la comunidad, (iii) juicios y demostraciones locales, (iv) un plan para el desarrollo de personal en servicio, incluyendo metas, estrategias instruccionales, y materiales de enseñanza, (v) comunicación clara a los maestros sobre la posición de las asociaciones profesionales y los documentos de apoyo, (vi) datos de investigación sobre la efectividad en distritos comparables, (vii) mandatos y directivas del departamento de educación del estado.

Elementos claves que crearán barreras a la implementación incluyen: (i) diálogo inadecuado con la comunidad, (ii) afirmaciones infundadas sobre una "efectividad milagrosa", que solo causan escepticismo y reacciones de oposición, (iii) aislar CTS del resto del currículo, lo cual le expone a una amputación prematura. En su lugar, el énfasis de CTS debe ser integrado a través del currículo, y presentado a la comunidad como algo valioso para promover mejor las metas establecidas.

(9) Escuche claramente por las preocupaciones detrás de cualquier ataque, y busque aclarar y responder a las preocupaciones en vez de reaccionar a los ataques.

En CTS y en otras reformas escolares democráticas, la comunidad puede estar dividida en la minoría entusiasta, la mayoría apática, los potencialmente preocupados y la mayoría dudosa, y la minoría anti-democrática. Los distritos han incurrido a veces en el error de escudarse detrás de su autoridad y no responder apropiadamente a las preocupaciones, dudas, miedos, y vacilaciones legítimas. No han prestado atención a las pautas referentes a conocer a la comunidad y comprometerla en el proceso de reforma. Estos vacíos fortalecen a los grupos anti-democráticos. Si esto sucede, no hay que incurrir en el error de confundir al ciudadano molesto y preocupado con el fanático.

El personal del distrito debe comenzar por expresar gratitud a los ciudadanos por su preocupación, dejando que los atacantes molestos sepan que prefieren la molestia a la apatía. Con frecuencia, la preocupación se basa en falta de o en mala información, y puede combatirse efectivamente con información correcta. "Yo comprendo su preocupación sobre 'enseñar a Rifkin'. Está bien que usted se preocupe por la posibilidad de un prejuicio. Lo que sucede es que CTS implica la presentación de un balance de diferentes puntos de vista, y el suyo es meramente uno de varios puntos de vista conflictivos que están siendo investigados por los estudiantes".

Si la preocupación es sobre la acción estudiantil (por ejemplo, una actividad ambiental que envuelva grupos tales como *Greenpeace*), los maestros y los líderes de distrito deben comenzar nuevamente con una expresión de aprecio por su preocupación, seguida de un repaso a las pautas para relaciones de cooperación con organizaciones comunitarias. Es conveniente asegurarse de que las organizaciones favorecidas por la opinión del atacante participen de los esfuerzos CTS del distrito.

Algunos ataques pueden, aparentemente, estar dirigidos directamente a CTS, pero si se escucha con cuidado, la preocupación puede dirigirse hacia otro blanco. Quizás un maestro haya defendido una posición particular, o manejado los puntos de vista opuestos de una manera inadecuada. Quizás la investigación de los problemas y las actividades de toma de decisiones hayan estado muy poco estructuradas, y no han permitido aprender nada sobre ciencia y tecnología. Aquí los problemas no residen en la educación CTS, pero en el comportamiento de un maestro, lo que puede remediarse. Quizás se perciba que las actividades CTS están tomando mucho tiempo de la instrucción en ciencias, lo que afectará negativamente las

pruebas de aprovechamiento. En este caso, el maestro y los líderes del distrito pueden recurrir a las pautas de las asociaciones profesionales, y proporcionar resultados de investigación que "prueben" que CTS no disminuye el aprendizaje de contenido.

(10) No convierta CTS en una posición opositiva o en ideología educacional.

Los primeros en implementar cualquier innovación educativa, invierten mucho de sí mismos en la reforma. Un alto nivel de energía y compromiso emocional es necesario para mantener vivas las primeras etapas del proceso. Para definir su enfoque, los reformadores tienden, por lo general, a resaltar las diferencias, y aun las contradicciones, entre CTS y el resto del currículo. Esto puede llevar a definir los problemas CTS en términos de "blanco y negro". Para algunos educadores, CTS puede convertirse en una ideología educacional, "una razón de ser". Como ha sucedido con reformas anteriores, algunos proponentes de CTS se pueden convertir en "verdaderos creyentes".

El movimiento CTS tiene, inevitablemente, dos opiniones sobre tales individuos. Sin su dedicación y compromiso, el movimiento no habría comenzado. Pero también presenta trampas muy obvias. Los verdaderos creyentes están más dispuestos a sobre-acentuar lo positivo y a crear oposición, tienden a distanciarse de las dudas y vacilaciones de la comunidad, reccionan defensivamente al ser atacados. Los maestros CTS *deben* ser alentados en su profundo compromiso. Después de todo, sobre sus hombros está la responsabilidad por el futuro de nuestro ambiente y la calidad de la vida. Pero deben entender que "aquél que desea los fines desea los medios". En la reforma educativa, los medios son la tolerancia, la apertura, el tomar en serio las preocupaciones. Por esta razón, los maestros deben evitar entrar en conflicto con estos medios. En especial, no deben ser pretender encontrar la "salvación" profesional a través de CTS, sino, más bien, mantener el balance y la perspectiva. Entonces, CTS podrá ser vista como el mejor medio educativo disponible actualmente, que es, además, consistente con las tradiciones educativas establecidas para hacer frente a los importantes desafíos científicos.

Referencias

Foshay, Arthur (1974). Coping with Community Controversy: Guidelines for Introducing New Social Programs. ERIC Clearinghouse for Social Studies/Social Science Education Consortium, Boulder, Colorado.

Prewitt, Kenneth (1983). Scientific Literacy and Democratic Theory. *Daedalus.*

Gutman, Amy (1987). *Democratic Education*, Princeton.

Este material se basa en trabajos realizados bajo el auspicio de la *National Science Foundation*, a través del Auxilio No. TEI-8751239. Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas en este artículo son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación.